Perguntas & Respostas

sobre o

RCCTE

Regulamento das Características de
Comportamento Térmico dos Edifícios
D.L. 80/2006 de 4 de Abril

"Um dia todos os edifícios serão verdes"

Versão 2.0
Maio de 2011

O presente documento inclui um conjunto de perguntas e respostas sobre o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios, estabelecido pelo D.L. 80/2006 de 4 de Abril. Para além de um resumo ou transcrição dos aspectos previstos legalmente, a informação aqui apresentada visa esclarecer sobre a forma como a legislação está a ser implementada na prática, estando, por isso, sujeita a eventuais alterações em função da experiência adquirida e das necessárias adaptações do sistema. Este documento não dispensa a consulta do diploma publicado em Diário da República Decreto-Lei n.º 80/2006 de 4 de Abril.

Índice

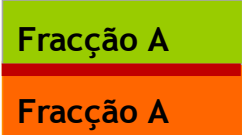
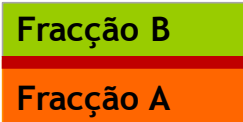
A - Âmbito de aplicação

A.1 O D.L. 80/2006 de 4 de Abril é a primeira regulamentação sobre térmica de edifícios existente em Portugal?

Não. A primeira legislação neste âmbito que surgiu no nosso país foi o D.L. 40/90 de 6 de Fevereiro, o qual constituiu o primeiro Regulamento para o Comportamento Térmico de Edifícios (RCCTE). O regulamento de 1990 introduziu, pela primeira vez, os aspectos térmicos e energéticos no estudo e projecto de edifícios, definindo requisitos construtivos mínimos para a envolvente dos mesmos. A nível europeu, foi mesmo pioneiro na introdução de requisitos mínimos ao nível do sombreamento para evitar sobreaquecimentos no Verão, isto para além de estabelecer coeficientes de transmissão térmica máximos que visavam minimizar fenómenos de condensação interior. Embora pouco exigente, o primeiro RCCTE conduziu ao recurso, mais ou menos generalizado, do isolamento térmico na construção, tendo mesmo o mercado evoluído para o uso de soluções que iam além das exigências regulamentares. Contrariamente ao previsto, os requisitos do RCCTE original nunca chegaram a ser objecto de revisão e o novo D.L. 80/2006 de 4 de Abril veio mesmo substituir, na íntegra, o primeiro regulamento.

A.2 Em que contexto legislativo surge o novo RCCTE?

O novo RCCTE (D.L. 80/2006 de 4 de Abril) integra um pacote legislativo composto também pelos D.L. 78/2006 (Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios - SCE) e 79/2006 (Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização dos Edifícios – RSECE), todos publicados na mesma data e que correspondem, na prática, à transposição para direito nacional da Directiva 2002/91/CE de 16 de Dezembro relativa ao Desempenho Energético dos Edifícios.

A.3 A que edifícios se aplica o RCCTE?

O RCCTE aplica-se a:

- edifícios de habitação;
- edifícios de serviços com área útil inferior ou igual a 1000 m2 e sem sistemas mecânicos de climatização ou com sistemas de climatização de potência inferior ou igual a 25 kW;

- grandes intervenções de remodelação ou de alteração na envolvente ou nas instalações de preparação de águas quentes sanitárias das duas tipologias de edifícios referidas anteriormente;
- ampliações de edifícios existentes, quando a intervenção configura uma grande reabilitação, nas restantes ampliações aplicam-se apenas os requisitos mínimos de qualidade térmica da envolvente apenas à parte ampliada.

Entende-se por grandes intervenções de remodelação ou de alteração na envolvente aquelas cujo custo seja superior a 25% do valor do edifício, sendo este último calculado com base num valor de referência C_{ref} por metro quadrado definido anualmente em portaria conjunta ministerial. Até actualização por Portaria, o valor de referência C_{ref} é de 630 EUR/m^2**.**

O seguinte quadro pretende enquadrar as ampliações no âmbito de aplicação do RCCTE.

Situação 1	Situação 2	Situação 3
Fracção A | Fracção A	Fracção A Fracção A	Fracção B Fracção A
Área existente	Área a construir	
A ampliação da **fracção A**, implica uma intervenção na zona existente de custo inferior ou igual a 25% de (Cref x $A_{p\ existente}$)	A ampliação da **fracção A**, implica uma intervenção na zona existente de custo superior a 25% de (Cref x $A_{p\ existente}$)	Vai ser construída uma nova fracção (**fracção B**)
Verificação do RCCTE da zona ampliada, a menos de constrangimentos técnicos devidamente comprovados (por exemplo verificação dos requisitos energéticos de AQS).	Verificação do RCCTE da fracção autónoma como um todo (área existente + área nova)	Verificação do RCCTE apenas para a fracção B
A Fracção autónoma NÃO está sujeita ao SCE	**A Fracção autónoma está sujeita ao SCE**	**A Fracção B autónoma está sujeita ao SCE**

A.4 Que tipo de edifícios não têm de cumprir com as exigências do RCCTE?

Excluem-se do âmbito de aplicação do RCCTE:

- os edifícios ou fracções autónomas destinados a serviços, a construir ou renovar que, pelas suas características de utilização, se destinem a permanecer frequentemente abertos ao contacto com o exterior e não sejam aquecidos nem climatizados, por exemplo, lojas não climatizadas com porta aberta para o exterior;
- os edifícios utilizados como locais de culto e os edifícios para fins industriais, afectos ao processo de produção, bem como garagens, armazéns, oficinas e edifícios agrícolas não residenciais;
- as intervenções de remodelação, recuperação e ampliação de edifícios em zonas históricas ou em edifícios classificados, sempre que se verifiquem incompatibilidades com as exigências do Regulamento e desde que essas incompatibilidades sejam devidamente justificadas e aceites pela entidade licenciadora;
- as infra-estruturas militares e os imóveis afectos ao sistema de informações ou a forças de segurança que se encontrem sujeitos a regras de controlo e confidencialidade.
- Todos os edifícios não-residenciais que fiquem sujeitos ao RSECE (Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização nos Edifícios).

A.5 Como se limita fisicamente a fracção autónoma ou corpo do edifício ou zona de ampliação às quais se aplica o RCCTE?

O regulamento aplica-se a cada fracção autónoma de um edifício, ou seja, a cada uma das partes de um edifício que:

- seja dotada de contador individual de consumo de energia;
- esteja separada do resto do edifício por uma barreira física contínua e;
- cujo direito de propriedade ou fruição seja transmissível autonomamente.

Quando um grupo de edifícios tiver um único contador de energia, o regulamento aplica-se a cada um dos edifícios separadamente. Nos edifícios com uma única fracção autónoma mas constituídos por corpos distintos (parte do edifício com identidade própria significativa, comunicando com o resto do edifício através de ligações restritas), o regulamento aplica-se a cada corpo. No caso de ampliações de edifícios existentes, apenas a nova área construída fica

sujeita ao regulamento, **a menos que a intervenção, pela sua dimensão, configure uma “grande reabilitação” (ver questão A.3)**.

Dentro de cada fracção autónoma, corpo do edifício ou zona de ampliação, as exigências regulamentares aplicam-se aos espaços úteis interiores para os quais se requerem condições interiores de conforto (vd. RCCTE, Anexo I). Esses espaços serão completamente delimitados por elementos construtivos, nomeadamente paredes, pavimentos, coberturas, envidraçados e portas que compõem as:

- envolvente exterior, quando definem a fronteira entre o espaço útil interior e o ambiente exterior ou a;
- envolvente interior, quando definem a fronteira entre o espaço útil interior e outros espaços interiores não climatizados (espaços anexos “não úteis”), tais como garagens, armazéns, lavandarias, caixas de escadas, outras fracções não habitacionais (comércio e serviços), etc;
- envolvente sem requisitos.

O RCCTE aplica-se também às fracções passíveis de serem constituídas, sendo que estas são alvo de um processo individual de certificação energética de acordo com o exposto no ponto 5 do artigo 1º do Despacho 10250/2008 de 27 de Março.

A.6 Em que momentos é um edifício objecto de verificação regulamentar?

De uma forma simples, a verificação regulamentar exige, para edifícios novos ou grandes intervenções de reabilitação:

a) Licenciamento – Licença de construção

- demonstração do cumprimento do RCCTE e termo de responsabilidade do Projectista.
- declaração de conformidade regulamentar subscrita por um Perito Qualificado no âmbito do SCE.

b) Conclusão da Obra – Licença de Utilização/Certificação

- termo de responsabilidade do técnico responsável pelo direcção técnica da obra declarando o cumprimento do projecto.

- declaração de conformidade regulamentar subscrita por um Perito Qualificado no âmbito do SCE.

Mais detalhadamente, no caso de edifícios novos, o primeiro momento de verificação da aplicação do RCCTE é durante a fase de projecto, nomeadamente antes do pedido ou autorização da licença de construção. Ao elaborar o projecto, o projectista deve, desde logo, observar a aplicação do regulamento, efectuando os cálculos, verificando o cumprimento dos requisitos mínimos e preenchendo as fichas necessárias ao processo de licenciamento. Este trabalho deverá então ser objecto de verificação por um perito qualificado (que pode ser o próprio projectista) no âmbito do sistema de certificação energética (SCE), para atestar (ou não) do cumprimento regulamentar e para propor eventuais medidas de melhoria de desempenho do edifício, emitindo (ou não) a respectiva declaração de conformidade regulamentar. As fichas, folhas de cálculo, elementos construtivos e declarações (incluindo a declaração de conformidade regulamentar) deverão integrar o processo entregue à entidade licenciadora.

Depois da conclusão da obra e para pedido ou autorização da licença de utilização, o edifício será novamente objecto de análise por um perito qualificado, desta feita para verificar se a obra e eventuais alterações cumprem o RCCTE. Feita a verificação da conformidade da obra com o regulamento e com projecto final, o perito emite o respectivo certificado energético, o qual deverá integrar a documentação para pedido de licença de utilização a entregar à entidade licenciadora (normalmente, a Câmara Municipal).

De referir também que, nas situações em que um edifício existente seja sujeito a uma grande reabilitação ou for objecto de ampliação, deverá também haver lugar à verificação regulamentar.

A calendarização da aplicação do SCE encontra-se definida na Portaria 461/2007 de 5 de Junho.

A.7 O limite de 25 kW para a verificação do RCCTE ou RSECE corresponde a que potência?

O limite referido no RSECE (pontos 4 e 5 do artigo 27º) corresponde à maior das potências térmicas de climatização (aquecimento ou arrefecimento) dos equipamentos de produção instalados para o efeito. Nos casos em que a potência de climatização instalada seja inferior ou igual a 25 kW, aplica-se o RCCTE. Na tabela seguinte apresentam-se alguns exemplos:

Descrição do sistema	Potência térmica de…		Valor de potência utilizada para a verificação no âmbito regulamentar
	Arrefecimento	Aquecimento	
Split tipo bomba de calor para aquecimento e arrefecimento ambiente	9,2 kW	9,8 kW	9,8 kW
Split tipo bomba de calor e caldeira com 2 serviços (climatização e AQS)	Split – 3,3 kW	Split – 2,5 kW Caldeira (aquecimento ambiente) – 22,5 kW	25 kW (soma das potências para aquecimento 2,5 kW + 22,5 kW)
Caldeira com 2 serviços (climatização e AQS)		Caldeira (aquecimento ambiente) – 23 kW	23 kW

A.8 Um edifício ou fracção autónoma sem sistemas de climatização mas que dispõe de uma caldeira de 28kW para produção de AQS está sujeito ao RCCTE ou RSECE?

Neste caso, o edifício ou fracção autónoma apenas estará sujeito ao RCCTE. Como a caldeira é um equipamento dedicado exclusivamente à produção de AQS e uma vez que esta componente não está incluída na definição de climatização prevista no regulamento, e não deve ser contabilizada para efeito da verificação da potência de aquecimento. De qualquer forma, aconselha-se a que sejam seguidos os requisitos de eficiência energética previstos no RSECE para este tipo de equipamento.

A.9 O limite de 25kW de potência instalada para climatização utilizado para verificação da aplicação do RCCTE diz apenas respeito à maior das potências de aquecimento e arrefecimento ou deverá também levar em conta a potência de equipamentos instalados para a produção de AQS?

Para a verificação do limite de 25 kW deverá ser considerada a maior das potências de aquecimento ou de arrefecimento ambiente. No caso de caldeiras que sirvam para AQS e aquecimento ambiente, desde que a caldeira tenha dois serviços – um para AQS e outro para aquecimento ambiente, e se funcionar com potências identificadas para cada função, então deverá ser considerada unicamente a potência identificada para aquecimento ambiente.

No caso de a caldeira não verificar a condição acima descrita (dois serviços e duas potências diferenciáveis), então a potência a considerar que é a maior das potências de aquecimento, de arrefecimento ou de preparação de AQS.

A.10 No caso de um edifício sujeito a uma grande reabilitação, aplicam-se os requisitos para edifícios novos. No entanto, essa exigência apenas diz respeito às partes reabilitadas ou irá obrigar a intervenção também nas partes para as quais não está prevista reabilitação (p.e. uma parede que não cumpre com o valor de U para edifícios novos?

Uma grande reabilitação constitui geralmente uma boa oportunidade para intervir no edifício ao nível dos diversos aspectos que podem influenciar o desempenho energético, como a envolvente, as instalações mecânicas de climatização e os demais sistemas energéticos.

Assim, nos aspectos que dizem respeito ao âmbito inicial previsto da reabilitação (p.e. introdução de isolamento nas paredes exteriores), devem ser sempre observados todos os requisitos aplicáveis a edifícios novos, nos termos e condições previstos no regulamento.

Em relação às restantes componentes para além dos aspectos que integram a reabilitação inicialmente prevista do edifício, o ponto nº 6 do Artigo 2º do RCCTE define que lhes são aplicáveis os mesmos requisitos previstos para edifícios novos da mesma tipologia, isto como forma de potenciar todo o resultado da intervenção. Apenas no caso de existirem impedimentos técnicos, legais ou de outra natureza, desde que devidamente justificados pelo projectista nas peças escritas do projecto de reabilitação e desde que explicitamente aceites pela entidade licenciadora, poderá o promotor ou proprietário ficar dispensado da aplicação, aos referidos componentes, dos requisitos previstos para edifícios novos.

B - Licenciamento

B.1 Os projectos de arquitectura que agora derem entrada nos serviços camarários para licenciamento ou autorização de construção já terão de cumprir com o novo RCCTE?

Sim. Quando, a 4 Abril de 2006, foi publicado o D.L. 80/2006, este previa a entrada em vigor da nova regulamentação 90 dias após a sua publicação. Ou seja, desde 4 de Julho de 2006 que os projectistas devem cumprir o novo RCCTE.

B.2 Para obter a licença de construção de projectos submetidos a apreciação após 4 de Julho de 2006 é necessário apresentar declarações dos peritos qualificados atestando que o projecto cumpre o RCCTE?

Essas declarações só devem ser exigidas pela entidade licenciadora após entrada em vigor do Sistema de Certificação Energética definido pelo D.L. 78/2006 de 4 de Abril, de acordo com a calendarização definida na Portaria 461/2007 de 5 de Junho. Caso o edifício ainda não seja abrangido pelo SCE, os processos de licenciamento apenas terão que incluir todos os outros elementos (fichas, folhas de cálculo, peças desenhadas, etc.) que o regulamento exige.

B.3 Num edifício de habitação unifamiliar com menos de 50 m^2 que tenha sido isenta de verificação detalhada, que elementos devem ser apresentados junto da entidade licenciadora?

Nesses casos, devem ser apresentados os mesmos elementos previstos para os outros edifícios, à excepção da página 2 da ficha n.º 1 (com o mapa de valores nominais para o edifício) e a ficha n.º 2 (com o levantamento dimensional). A ficha n.º 3 de demonstração dos requisitos mínimos para a envolvente deverá ser preenchida, observando os valores máximos regulamentares aplicáveis a este caso particular e anexando desenhos dos pormenores construtivos definidores das situações de potencial ponte térmica.

Não é necessário apresentar qualquer folha de cálculo.

Será no entanto necessário apresentar também, depois da entrada em vigor do SCE, para este tipo de edifícios, a apresentação da Declaração de Conformidade Regulamentar ou do Certificado Energético, consoante o aplicável.

B.4 Que elementos/informação devem conter os processos de pedido de emissão de licença ou autorização de construção e de licença de utilização?

No pedido de licenciamento / licença de construção devem ser apresentados os seguintes documentos:

- Ficha 1 - Mapa dos valores nominais para o edifício, incluindo todos os elementos associados a todas as fracções autónomas do edifício.

- Ficha 2 - "Levantamento dimensional" por cada fracção autónoma. Se houver duas ou mais fracções autónomas (FA) exactamente iguais, é suficiente elaborar uma ficha para cada grupo de FA iguais.

- Ficha 3 - "Comprovação de satisfação dos requisitos mínimos, por fracção autónoma". Em alternativa, pode ser submetida uma única Ficha 3, comum para todas as Fracções Autónomas de um mesmo edifício. A esta ficha devem ser anexados os pormenores construtivos definidores de todas as situações de ponte térmica.

- Folhas de cálculo FCIV e FCV (Anexos IV e V do RCCTE) por cada fracção autónoma.

- Declaração de reconhecimento de capacidade profissional, por parte do projectista, para aplicação do RCCTE, declaração essa emitida pela Ordem dos Arquitectos, Ordem dos Engenheiros ou pela Associação Nacional dos Engenheiros Técnicos

- Termos de responsabilidade do técnico responsável pelo projecto, nos termos do disposto na alínea e) do nº 2 do Artº 12º do RCCTE.

- Declaração de conformidade regulamentar subscrita por perito qualificado no âmbito do SCE, nos termos do disposto na alínea f) do nº 2 do Art.º 12º do RCCTE.

- Do processo RCCTE devem ainda constar uma memória descritiva e justificativa, bem como todas as peças escritas e desenhadas que permitam evidenciar os aspectos determinantes do desempenho térmico do edifício.

No pedido de licença de utilização devem ser apresentados os seguintes documentos:

- Ficha 4 – "Demonstração da conformidade regulamentar"

- Termo de responsabilidade do técnico responsável pela direcção técnica da obra

- Declaração de reconhecimento de capacidade profissional, do técnico responsável pela construção do edifício, emitida pela respectiva associação profissional.

- Certificado energético emitido por perito qualificado no âmbito do SCE, conforme o Artigo 12º, nº3.

Os documentos no âmbito do Sistema de Certificação Energética (SCE), nomeadamente a declaração de conformidade regulamentar (DCR) e o certificado energético, só deverão ser apresentados para os edifícios abrangidos por aquele sistema, conforme indicado na Portaria nº 461/2007 de 5 de Junho.

B.5 Que tipos de pormenores construtivos devem constar nos processos de licenciamento ou autorização de construção relacionados com a aplicação do RCCTE?

No pedido de licenciamento / licença de construção deverão constar, para além das fichas e respectivos anexos referidos no Anexo VIII, os pormenores construtivos definidores de todas as situações de ponte térmica linear, nomeadamente: ligação da fachada com pavimentos térreos, ligação da fachada com pavimentos sobre locais não aquecidos ou exteriores, ligação da fachada com pavimentos intermédios, ligação da fachada com cobertura inclinada ou terraço, ligação da fachada com varanda, ligação entre duas paredes verticais exteriores, ligação da fachada com padieira, ombreira ou peitoril, ligação da fachada com caixa de estore, paredes e pavimentos em contacto com o terreno, montagem de caixilharias e situações de ponte térmica plana.

B.6 O regulamento aplica-se para as situações isentas de licenciamento ou autorização?

Sim, o RCCTE também se aplica às situações isentas de licenciamento ou autorização, com as devidas adaptações.

B.7 Um edifício destinado ao alojamento de uma família institucional pode ser considerado um edifício residencial para efeitos de enquadramento no RCCTE?

Sim, pois a sua função é similar ao alojamento permanente de uma família convencional, embora a área e o número de residentes seja normalmente superior. Assim, independentemente da área útil, estes edifícios ficam abrangidos pelo RCCTE, a menos que tenham uma potência de climatização instalada superior a 25 KW, em que ficam abrangidos pelo RSECE, como edifício residencial, nos termos da alínea c) do nº 1 do artigo 2º do RSECE.

"Família Institucional" significa conjunto de pessoas residentes num alojamento colectivo que, independentemente da relação de parentesco entre si, observam uma disciplina comum, são beneficiários dos objectivos de uma instituição e são governados por uma entidade interior ou exterior ao grupo.

B.8 Existindo uma pequena ampliação em que é necessário verificar o regulamento, é também necessário proceder à certificação da mesma?

Não, pois a classificação energética não deve ser atribuída a uma parte de uma fracção, mas sim ao seu todo. Deste modo, o projectista deverá limitar-se à verificação do regulamento.

B.9 Qual o requisito que deverá ter uma parede de separação entre moradias com estrutura independente (com junta de dilatação)? E se a estrutura for a mesma?

Se as moradias possuírem estrutura independente deverá considerar-se que a parede de separação:

- pertence à envolvente exterior, caso não esteja prevista a construção no imediato da moradia adjacente;

- pertence à envolvente interior, com requisitos de interior, caso o edifício anexo já exista quando for concluída a construção e for solicitada (ou já tiver) a licença de utilização (contacto com um edifício adjacente residencial – tau igual a 0.6);

- pertence à envolvente interior, com requisitos de exterior, nas zonas em que se saiba que existem na moradia adjacente espaços não-úteis que tenham tau superior a 0,7 e que contactem com a moradia em análise.

Se a estrutura for partilhada entre moradias, então a parede de separação deverá ser considerada sem requisitos na separação com áreas úteis da moradia adjacente e de envolvente interior com requisitos definidos em função do tau, no contacto com espaços não-úteis da moradia adjacente, pois trata-se então de um único edifício com várias fracções.

.

B.10 O que são consideradas "lojas não climatizadas com porta aberta ao público" e como devem ser tratadas em contexto de aplicação dos requisitos regulamentares?

Para que uma loja possa ser considerada de porta aberta para efeitos de verificação regulamentar e aplicação do RCCTE, devem ser verificadas cumulativamente as seguintes condições:

a) a loja, por impedimentos de ordem técnica ou de natureza legal, não pode ser dotada de sistemas de climatização;

b) a loja está na totalidade do seu tempo de funcionamento, em abertura franca e permanente para o exterior.

Como referência, pode entender-se por abertura franca para o exterior, as situações em que a razão entre a área de abertura permanente e o volume útil total é igual ou superior a 0,05 m^2/m^3. Por abertura permanente entende-se aquela que não dispõe ou para a qual não estejam previstos quaisquer dispositivos mecânicos que permitam a sua separação física do exterior.

B.11 Qual o requisito que deverá ter uma parede de separação entre uma fracção e um edifício adjacente?

O requisito da parede de separação de uma fracção (de habitação ou de serviços) com um edifício adjacente será de envolvente interior, excepto se o espaço adjacente tiver um tau>0,7, caso em que o requisito é de envolvente exterior.

No caso de fracções de serviços deverá ainda ser avaliado o tau da própria fracção, calculado na perspectiva da fracção adjacente, de forma a definir qual o requisito a cumprir (ver P&R C.8).

C - Requisitos regulamentares

C.1 Que tipo de requisitos energéticos serão agora objecto de verificação no âmbito do RCCTE?

No que se refere às características e desempenho energético dos edifícios, os requisitos a verificar no âmbito do RCCTE são:

Requisitos mínimos para a envolvente

- Valores máximos admissíveis dos coeficientes de transmissão térmica superficiais de elementos opacos da envolvente.
- Nenhuma zona de ponte térmica plana pode ter um valor de U, superior ao dobro do valor de U da zona corrente adjacente, respeitando sempre os valores máximos referidos no ponto anterior.
- Os vãos envidraçados cuja área total seja superior a 5% da área útil de pavimento do espaço que servem, excluindo os envidraçados a Norte, não podem apresentar um factor solar correspondente ao vão envidraçado com os dispositivos de protecção 100% activos, maior do que está definido no regulamento.

Valores limite para as necessidades energéticas

- Limites das necessidades nominais de energia útil para aquecimento ($N_{ic} \leq N_i$);
- Limites das necessidades nominais de energia útil arrefecimento ($N_{vc} \leq N_v$);
- Limites das necessidades nominais de energia útil para preparação de água quente sanitária ($N_{ac} \leq N_a$);
- Limites das necessidades nominais globais de energia primária ($N_{tc} \leq N_t$).

C.2 Que requisitos de Qualidade do Ar Interior estão previstos para os edifícios no âmbito do RCCTE?

Nenhum, o RCCTE apenas impõe uma taxa de renovação de ar, para cálculo de perdas térmicas, superior ou igual a 0,6 renovações por hora. Este valor deve ser considerado apenas como taxa de renovação de ar novo de referência.

C.3 As exigências regulamentares agora estabelecidas no RCCTE irão ser revistas?

As novas exigências do RCCTE para a envolvente são um compromisso entre a realidade das técnicas de construção correntes em Portugal e a aplicação estrita de critérios de viabilidade

económica. Será portanto de prever que, no prazo de 5 anos, ou antes se o Governo assim o entender, de acordo com a Directiva 2002/91/CE, seja feita a revisão do RCCTE.

Quaisquer valores-objectivo podem ser alterados a qualquer momento por Portaria Ministerial. Este tipo de estrutura permitirá manter actualizados os requisitos do RCCTE através de intervenções técnicas periódicas, onde e quando oportuno. Assim, os técnicos envolvidos devem, portanto, estar atentos à possibilidade de alterações dos valores dos requisitos técnicos a qualquer momento.

C.4 Tenho uma habitação unifamiliar de apenas 47 m^2 de área útil. A mesma está dispensada da verificação do RCCTE?

Para habitações unifamiliares com menos de 50 m^2 de área útil de pavimento não é necessária a verificação detalhada dos requisitos do regulamento nos termos do disposto nos artigos 5º, 6º e 8º do RCCTE, apenas se exige a verificação dos valores de referência definidos no anexo IX, nº 4. Isto não se aplica, contudo, a apartamentos em edifícios de habitação multifamiliares, onde continua a ser obrigatória a verificação detalhada de todos os apartamentos.

Habitações unifamiliares com área útil inferior a 50 m^2 podem não ser objecto de verificação detalhada dos requisitos impostos pelo RCCTE, devendo, para tal, satisfazer cumulativamente as seguintes condições:

- nenhum elemento opaco da envolvente, em zona corrente, pode ter um coeficiente de transmissão térmica superior ao limite definido no quadro IX.3;
- nenhum elemento da envolvente que constitua zona de ponte térmica plana pode ter um coeficiente de transmissão térmica superior ao dobro da zona corrente adjacente;
- as coberturas têm de ser de cor clara;
- a inércia térmica do edifício tem de ser média ou forte;
- a área dos vãos envidraçados não pode exceder 15% da área útil de pavimento do edifício;
- os vãos envidraçados com mais de 5% da área útil do espaços que servem e não orientados no quadrante norte devem ter factores solares que não excedam valores definidos no quadro IX.4.

C.5 A que elementos da envolvente não se aplicam requisitos mínimos de qualidade térmica?

Os elementos aos quais não se aplicam requisitos térmicos mínimos no âmbito do RCCTE são:

U – Coeficiente de transmissão térmica

- Os vãos envidraçados;
- Os elementos opacos que fazem a separação de fracções autónomas residenciais do mesmo edifício (a envolvente de separação para fracções autónomas não-residenciais têm requisitos de envolvente interior, ou exterior se o “tau” da fracção não-residencial for superior a 0,7);
- As portas da envolvente exterior e interior.

$g_{\perp}$ – Factor Solar

- Os vãos envidraçados orientados no quadrante Norte;
- A área envidraçada até 5% da área de pavimento do espaço ou compartimento que serve.

C.6 O RCCTE impõe algum valor mínimo para a Fracção Solar de um sistema solar térmico?

O RCCTE não impõe nada a este respeito, apenas impõe área mínima de colectores solares instalados (1 m^2 de colector de referência por ocupante convencional previsto).

C.7 As paredes ou lajes de separação entre duas fracções autónomas, uma residencial e outra não-residencial, dentro de um mesmo edifício de uso misto, têm requisito mínimo?

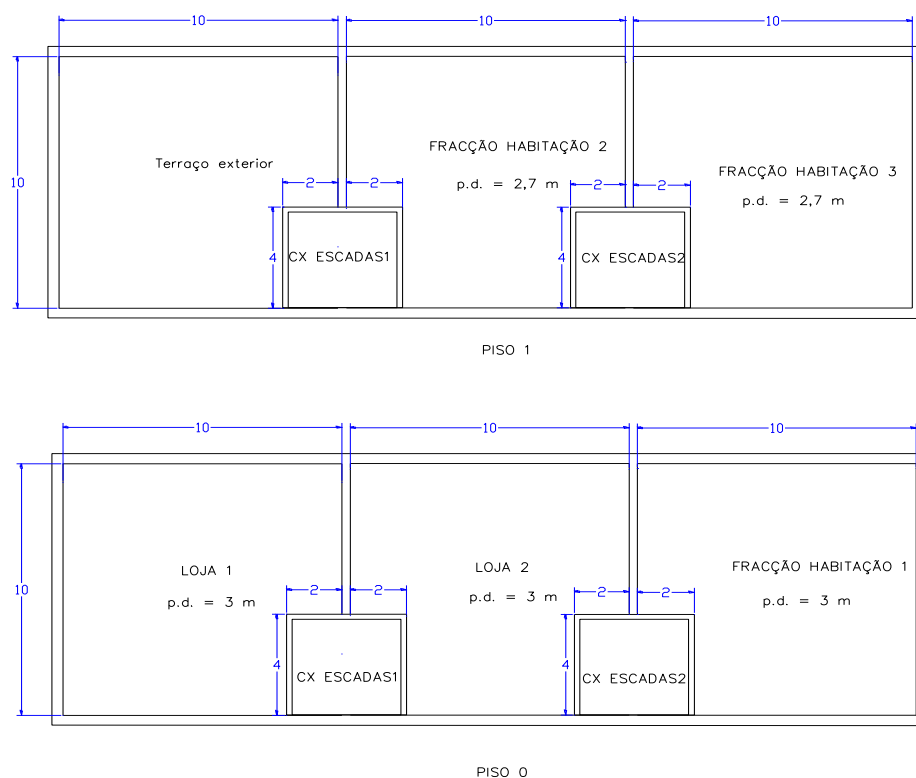
De acordo com a tabela dos coeficientes τ do RCCTE, todos os espaços não-residenciais devem ser considerados como espaços não-úteis para efeitos de aplicação dos requisitos mínimos. Esta imposição deriva do padrão habitual de climatização dos espaços comerciais, em que o horário de funcionamento é muito limitado quando comparado com o padrão de utilização habitual de uma habitação. Portanto, durante muitas horas da semana, o espaço comercial não é climatizado, pelo que a separação para com os espaços de habitação tem de ser isolada, protegendo assim o desempenho térmico da habitação.

C.8 As paredes ou lajes de separação entre duas fracções autónomas não-residenciais, dentro de um mesmo edifício de uso misto, têm requisito mínimo?

Tratando-se de dois espaços não destinados à habitação, as envolventes de separação entre duas fracções de serviços estão sujeitas a requisitos de envolvente interior ou exterior, em função do tau

Para responder a esta questão apresenta-se o seguinte exemplo relativo a um edifício situado no Porto (Zona Climática I2).

PISO 1

PISO 0

a. Em primeiro lugar determinar-se o requisito térmico mínimo da parede de separação entre as duas lojas:

Cálculo do tau do ENU Loja 1 (Loja 2 como ENU):

Ai= 6*3 = 18m^2

Au = 10*3 + 10*3 + 8*3 + (10*10-4*2) = 176 m^2

Ai / Au = 18 / 176 = 0,10→ tau = 0,8

Cálculo do tau do ENU Loja 2 (Loja 1 como ENU):

Ai= 6*3 + 6*3 + (10*10-2*(4*2)) = 120 m^2

Au = 10*3 + 6*3 = 48 m^2

Ai / Au = 120 / 48 = 2,5→ tau = 0,6

Após verificação bidireccional conclui-se pois que o tau mais desfavorável é igual a 0,8; deste modo a parede que separa as duas lojas pertence à envolvente interior com requisitos de exterior tendo que cumprir o requisito de U máx igual a 1,6 W/m^{2}ºC.

b. Em segundo lugar determina-se o requisito térmico mínimo da laje de separação entre a loja 2 e a fracção residencial 2:

Cálculo do tau do ENU Loja 2 (Loja 1 também como ENU):

Ai= 6*3 + (10*10-2*(4*2)) = 102 m^2

Au = 10*3 + 6*3 = 48 m^2

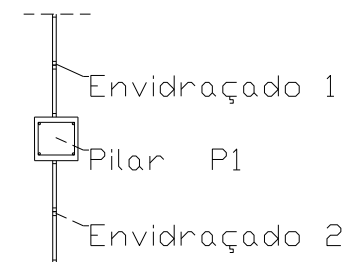
Ai / Au = 102 / 48 = 2,13→ tau = 0,6

Conclui-se pois que o tau sendo igual a 0,6, a laje que separa a loja 2 da fracção residencial 2 pertence à envolvente interior com requisitos de interior tendo que cumprir o requisito de U máx igual a 1,3 W/m^{2}ºC.

.

C.9 No caso de um edifício, em que as fachadas sejam completamente envidraçadas, não havendo elementos opacos no edifício, fica sujeito à verificação de que requisitos mínimos?

Se o edifício apenas tem vãos envidraçados, então apenas terá de respeitar o facto solar máximo admissível de acordo com o quadro IX.2, do Decreto-Lei nº 80/2006 de 4 de Abril (RCCTE). Não existindo qualquer parede, caixa de estore, pilar ou outra solução opaca vertical exterior, então não são aplicáveis os requisitos que constam no quadro IX.1 do RCCTE. No caso de existirem quaisquer elementos opacos, independentemente da sua área, os requisitos em termos dos valores máximos dos coeficientes de transmissão térmica têm de ser respeitados.

No caso de existirem elementos opacos, como por exemplo pilares, entre superfícies completamente envidraçadas, tal e qual está representado no esquema seguinte, estes só têm de verificar o U máx. regulamentar e não a regra de duas vezes o U da superfície corrente pois neste caso esta não é opaca.

C.10 Uma porta exterior com parte envidraçada tem requisitos térmicos na zona envidraçada?

Se o vidro apresentar uma área útil inferior a 5% da área útil do espaço que serve, não tem requisitos, caso contrário sim.

C.11 No caso de uma ampliação de um espaço existente (moradia unifamiliar), sala sem divisórias para zona ampliada, quais os requisitos regulamentares que deverão ser verificados no âmbito do RCCTE?

Caso não se trate de uma grande reabilitação, deverão ser verificados unicamente os requisitos mínimos para a envolvente, que se encontram mencionados na questão C1.

C.12 Qual o valor de psi a considerar para paredes em contacto com o terreno com um valor de U diferente dos apresentados na Tabela IV.2.2 do Anexo IV do RCCTE?

A obtenção do valor de psi não deverá ser efectuada por extrapolação, sendo admissível a adopção dos valores tabelados para os limites superiores e inferiores.

D - Delimitação da envolvente

D.1 Se estiver previsto um edifício adjacente ao edifício em estudo, as futuras paredes de contacto entre ambos são classificadas como envolvente interior?

Quando a construção de um edifício adjacente ao edifício em estudo está prevista mas não concretizada, as futuras paredes de contacto entre os dois edifícios são tratadas com requisitos de parede exterior. Quando os edifícios vizinhos estejam já efectivamente construídos, ou cuja construção se realize em simultâneo com a do edifício em estudo, as paredes adjacentes ao edifício vizinho deverão ser consideradas como tendo requisitos térmicos de envolvente interior.

D.2 No caso de espaços não úteis cuja designação comum não se encontra descrita na Tabela IV.1 do Anexo IV, como o posso enquadrar nessa mesma tabela?

Nesses casos, deve ser feita analogia com um dos tipos de espaços não úteis definidos na Tabela IV.1. De seguida apresentam-se alguns dos exemplos mais comuns:

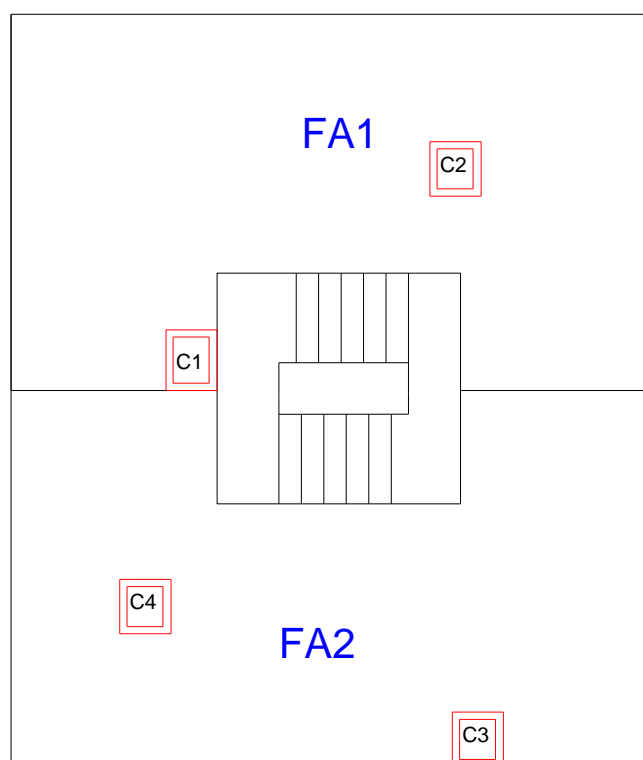
Designação comum	Tipo de espaço não útil (Tabela IV.1)
Lavandarias	Varandas, marquises e similares
Estufa / Jardim de Inverno	Varandas, marquises e similares
Solário	Varandas, marquises e similares
Arrecadações	Armazém
Sala de condóminos	Espaço comercial
Casa das máquinas / Zonas técnicas	Armazém
Arquivos	Armazém
Arrumos	Armazém

D.3 No cálculo de N_i e N_{ic}, em que situações, um ducto (negativo na laje para tubagens, cabos, ventilação), poderá ser considerado um espaço não útil?

No caso de courettes não ventiladas, pode ser desprezada a sua existência para efeitos da verificação do RCCTE. No caso de courettes ventiladas ou destinadas à evacuação de gases, e na falta de melhor informação ou justificação apresentada pelo projectista de que a courette pode ser considerada não ventilada, estas devem ser considerados espaços à temperatura dos

gases que nele circulam e, como tal, tratados como espaços exteriores, ou interiores com o tau do espaço de onde provêem esses gases evacuados (por exemplo, o tau de uma garagem cujo ar seja extraído por essa courette, ou o ar exterior numa courette onde circula ar exterior para insuflação num dado espaço). Em alternativa, para courettes ventiladas em que não seja possível determinar a temperatura do espaço de onde provêem os gases evacuados, o valor de τ pode ser obtido de acordo com o estipulado no ponto 7 da Tabela IV.1 (página 2493).

Apresenta-se em seguida um exemplo que pretende ilustrar o referido.

Considere um edifício multifamiliar com 4 pisos, 2 fracções/piso, e garagem enterrada, encontrando-se representado na figura seguinte a planta do piso tipo com a indicação das várias courettes.

Neste exemplo deverá ser adoptado o seguinte:

- ***A courette "C1" encontra-se localizada junto à caixa de escadas que tem um Tau>0,7, sendo seccionada piso a piso, destinando-se exclusivamente à passagem de infra-estruturas de electricidade e telefone.***

  Uma vez que se trata de uma courette não ventilada inserida num espaço que contacta com a caixa de escadas com tau>0,7, deverão ser verificados os requisitos de

envolvente exterior na parede que contacta com o espaço não útil, desprezando no entanto as perdas para a courette.

- ***Courette "C2", encontra-se situada no interior da fracção autónoma 1 (FA1), e desenvolve-se ao longo de todo o edifício até à cobertura destinando-se a fazer a extracção do ar da garagem com tau=0,4.***

  A courette deverá ser contabilizada como um espaço não útil com o tau do espaço de onde provém, neste caso de 0,4.

- ***Courette "C3", encontra-se localizada na FA2, no seu interior encontram-se condutas que fazem ventilação mecânica de uma das instalações sanitárias da fracção, no entanto a courette não é ventilada.***

  Neste caso uma vez que a courette é não ventilada poderá ser desprezada a sua existência para efeitos de cálculo de RCCTE, sendo necessário no entanto verificar os requisitos de envolvente exterior (aplicando isolamento, se necessário) na parede que faz a separação da courette com o exterior. Esta situação é aplicável às courettes das lareiras.

- ***Courette "C4", encontra-se localizada na FA2, e no seu interior encontra-se a tubagem da rede de saneamento doméstico das instalações Sanitárias, sendo uma courette fracamente ventilada.***

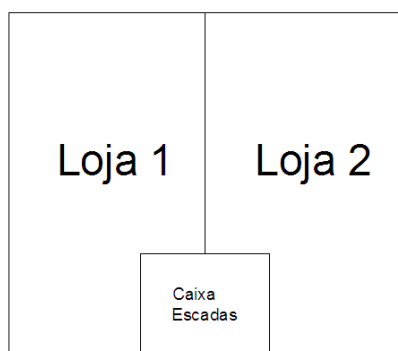
  Para determinar a temperatura deste espaço, teremos de recorrer ao ponto 7.2 da tabela IV.1 do RCCTE e retirar o valor de tau para a courette em análise. Desta forma, uma vez que a courette atravessa todo o edifício, e a área de contacto com o exterior na cobertura é reduzida, o valor de Ai/Au resulta no seguinte valor de tau:

$$\frac{A_i}{A_u} = \frac{4\,\text{pisos} \times 4 \times 0{,}50\text{m} \times 2{,}70\text{m}}{4 \times 0{,}50\text{m} \times 1{,}80\text{m} + 0{,}50\text{m} \times 0{,}50\text{m}} = \frac{21{,}60\text{m}^2}{3{,}85\text{m}^2} = 5{,}61 \Rightarrow \tau = 0{,}7$$

A courette C4 deverá ser considerada um espaço não útil com tau igual a 0,7.

D.4 No estudo de uma pequena fracção de serviços que se encontra sob uma fracção de habitação, esta última deve ser considerada como espaço não útil para efeitos de verificação do RCCTE?

Não, uma vez que a fracção autónoma é um espaço que, para efeito de cálculo regulamentar, se considera que está em condições de conforto térmico.

D.5 Estou a fazer a análise regulamentar da loja 1, localizada no piso térreo de um edifício multifamiliar de acordo com a figura seguinte. Que áreas se devem considerar para o valor de Ai necessário para a determinação do tau para a loja 2?

Nota: Sobre as lojas, nos pisos superiores, encontram-se fracções autónomas destinadas a habitação.

Para o cálculo do Ai da loja 2, deverá ser contabilizada a área da parede entre a loja 1 e loja 2, assim como a área da loja 2 em contacto com a habitação.

D.6 Um arrumo ou lavandaria de uma fracção autónoma é considerado um espaço útil ou não útil?

Caso estes espaços não sejam climatizados, e possuam pelo menos um vão não fixo ou que permitam ventilação em contacto com o exterior ou com um outro espaço não útil, esses espaços são considerados espaços não úteis. Se os espaços não possuirem nenhum vão em contacto com o exterior ou com um outro espaço não útil são considerados espaços úteis.

D.7 Um espaço tipo arrumos ou armazém, com vão exterior, apenas com ventilação por extracção de ar vindo de espaço contíguo climatizado, necessariamente com grelha de transferência ou outra solução equivalente (porta cortada) e sem climatização, é espaço útil ou não-útil?

Estes espaços serão ENU desde que haja uma barreira física (normalmente uma porta) entre os mesmos e a zona útil. A existência de uma “pequena” grelha de porta não elimina essa barreira física, mas havendo uma porta grelhada, porta de rede, meia-porta, ou outra solução que permita uma comunicação franca e trocas de ar bidireccionais entre os espaços, então os arrumos serão espaços úteis.

A simples extracção de ar por um arrumo não o torna climatizado. Este procedimento (recomendável) destina-se apenas a evitar condensações e crescimento de fungos, não a climatizar e garantir condições de conforto nesse arrumo. O ar do edifício tem de ser extraído por algum meio, e fazê-lo por estes arrumos ou por uma grelha algures no espaço útil é indiferente para o balanço energético do edifício.

D.8 Uma antecâmara de entrada numa fracção autónoma climatizada é ou não considerado espaço útil?

A antecâmara é o primeiro compartimento pertencente fracção em estudo a que o utilizador tem acesso como tal é um espaço útil.

E - Cálculo regulamentar

E.1 A altitude do local, quando considerada para efeitos de determinação de eventuais alterações ao zonamento e aos dados climáticos de referência, é determinada com base na altitude média do Concelho ou é em relação ao nível do mar?

A altitude do local de implantação de um edifício é sempre referida ao nível do mar (altitude 0).

E.2 Como se mede a distância à costa para efeitos da determinação de uma eventual correcção aos dados climáticos dos locais perto do litoral?

A distância à costa é medida entre o ponto da costa mais próximo local de implantação do edifício .Esta situação apenas é contemplada para os seguintes concelhos:

- Inverno – Pombal, Leiria e Alcobaça;
- Verão – Pombal, Santiago do Cacém e Alcácer do Sal.

E.3 Que tipo de ganhos térmicos devem ser considerados nos cálculos da verificação regulamentar?

Os ganhos térmicos a considerar para a estação de aquecimento são:

- Ganhos térmicos associado a fontes internas de calor (ocupantes, iluminação, equipamentos,...);
- Ganhos térmicos solares associados ao aproveitamento da radiação solar através dos vãos envidraçados e;
- Ganhos térmicos associados a sistemas especiais, p.e. sistemas solares passivos.

Estes ganhos térmicos permitem a redução das necessidades nominais de aquecimento do edifício, diminuindo, desta forma, o consumo energético necessário para compensar as perdas de calor por condução através da envolvente do edifício e as perdas resultantes da renovação de ar.

Os ganhos térmicos a considerar para a estação de arrefecimento são:

- Ganhos térmicos associado a fontes internas de calor (ocupantes, iluminação, equipamentos,...);

- Ganhos térmicos solares associados à incidência e transmissão da radiação solar através dos vãos envidraçados e;
- Ganhos térmicos devidos à incidência e absorção da radiação solar incidente nos elementos opacos da envolvente exterior (paredes e coberturas).

E.4 As medições para cálculo no âmbito do RCCTE, desde áreas de superfície até ao desenvolvimento das pontes térmicas, são todas feitas pelo interior das zonas a analisar?

Sim, sem excepção. Por exemplo, especificamente para o cálculo da área útil, devem-se medir em planta, pelo interior, todas as áreas de cada um dos compartimentos da fracção autónoma, incluindo áreas de armários e espaços equivalentes (arrumos, dispensas), zonas de circulação interior à fracção autónoma, etc.

E.5 Como devem ser consideradas as portas inseridas nas fachadas exteriores?

Ver questão E.11.

E.6 Como se procede ao cálculo de A_i e A_u numa caixa de escadas?

Entende-se por A_i a área dos elementos que separam o espaço útil interior do espaço não útil e por A_u a área do elemento que separa o espaço não útil do ambiente exterior. Deve-se contabilizar para A_i toda a área correspondente às várias fracções autónomas em contacto com essa zona não útil e contabilizar para A_u toda a área de envolvente exterior (paredes, coberturas, etc.) da zona não útil, mesmo que estas abranjam vários pisos. As áreas enterradas não devem ser consideradas na determinação de A_u.

E.7 Como se procede ao cálculo de A_i e A_u num cave (arrecadação ou garagem, por exemplo)?

Entende-se por A_i a área do elemento que separa o espaço útil interior do espaço não útil e por A_u a área do elemento que separa o espaço não útil do ambiente exterior. No caso específico considerado, deve-se contabilizar para A_i toda a área correspondente todas as fracções autónomas em contacto com essa zona não útil e contabilizar para A_u toda a área de

envolvente exterior (paredes, coberturas, etc.) da zona não útil em contacto directo com o ar exterior, mesmo que esta abranja vários pisos. As áreas enterradas não devem ser consideradas na determinação de A_u.

E.8 Qual o valor de "τ" a considerar da tabela IV.1 (RCCTE) quando A_i/A_u =1?

A tabela IV.1 deve ler-se da seguinte maneira :

Tipo de espaço não útil	A_i/A_u		
	Menor que 1	De 1 a 10	Maior que 10
	$0 \leq A_i/A_u < 1$	$1 \leq A_i/A_u \leq 10$	$A_i/A_u > 10$

Entende-se por A_i a área do elemento que separa o espaço útil interior do espaço não útil e por A_u a área do elemento que separa o espaço não útil do ambiente exterior.

E.9 Como se processa o cálculo das perdas térmicas de uma fracção autónoma de habitação para espaços de comércio/serviços?

Para calcular as perdas da habitação para espaços de comércio/serviços deve multiplicar-se o U por tau (τ), que deve ser calculado de acordo com a tabela IV.1 (Espaços comerciais). Os requisitos mínimos da envolvente interior dependem de valor de tau;

E.10 No caso de um espaço não útil se encontrar totalmente enterrado (Au=0), como deverei obter o valor de τ (tau)?

Se Au= 0 (área do espaço em contacto com o exterior), o valor de Ai/Au = $+\infty$, pelo que o valor de τ deverá ser obtido na coluna Maior que 10, tendo em conta o tipo de espaço não útil.

E.11 Como deverão ser consideradas as portas no cálculo regulamentar?

As portas opacas, pertencentes quer à envolvente exterior quer à envolvente interior, não têm requisitos mínimos. Estes componentes devem ser contabilizados como elementos específicos da envolvente, com a respectiva área e valor de coeficiente de transmissão térmica superficial.

Portas exteriores com zona envidraçada devem ser divididas em duas partes distintas: a parcela opaca, que deve ser inserida na folha IV.1a) ou IV.1b) e a parte translúcida que deverá ser inserida nas folhas IV.1b) ou IV.1c) e IV1c), IV.1e) V.1d).

Portas totalmente envidraçadas devem ser tratadas como vãos envidraçados.

E.12 Na região Autónoma da Madeira, quando o número de graus-dia (GD) é muito reduzido, em locais a baixa altitude, verifica-se que o valor limite das necessidades de aquecimento (Ni) do nº1 do artigo 15º do RCCTE é muito baixo (por ex. ao nível do mar, com factor FF=1, tem-se: GD=50; Ni=7,4 KWh/m^2). Desta forma, em algumas situações, poderá ser inviável o cumprimento do valor limite das necessidades de aquecimento. Como proceder nestas situações?

Enquanto não houver alteração do Capítulo V “Disposições finais e transitórias” ou anexos do RCCTE que permita ultrapassar essa dificuldade, é aceitável a seguinte formulação alternativa para o cálculo do valor limite das necessidades de aquecimento (Ni), para edifícios localizados na Região Autónoma da Madeira:

a) Para $FF \leq 0,5$: $Ni = 25+0,025\ GD$

b) Para $0,5 < FF \leq 1$: $Ni = 25+(0,015+0,02\ FF)\ GD$

c) Para $1 < FF \leq 1,5$: $Ni = [25+(0,015+0,02\ FF)\ GD]\ (1,2-0,2\ FF)$

d) Para $FF > 1,5$: $Ni = 22,5+0,0405\ GD$

Como condição para aplicar esta formulação alternativa, sem prejuízo dos coeficientes de transmissão térmica superficiais máximos admissíveis (Quadro IX.1 do RCCTE), deverão ser cumulativamente cumpridos os seguintes requisitos na envolvente exterior e envolvente interior com $\tau > 0,7$:

i) Coeficiente de transmissão térmica de paredes em zona corrente, excluindo as pontes térmicas planas: $U \leq 0,90\ W/m^2.ºC$.

ii) Coeficiente de transmissão térmica de coberturas em zona corrente: $U \leq 0,65\ W/m^2.ºC$.

E.13 Quais os novos requisitos que foram introduzidos no Decreto Legislativo Regional n.º 16/2009/A, respeitantes à aplicação do RCCTE na região Autónoma dos Açores?

O governo da região Autónoma dos Açores através da publicação do Decreto Legislativo Regional nº 16/2009/A, altera o exposto nos artigos 7º e os pontos 1 e 3 do artigo 15º do DL80/2006, pelos seguintes artigos:

- **Artigo 31.º** - Limitação das necessidades nominais de energia útil para aquecimento:

"Cada fracção autónoma, dos edifícios referidos no artigo anterior, não pode, como resultado da sua morfologia, da qualidade térmica da sua envolvente e tendo em conta o aproveitamento dos ganhos solares e internos e de outras formas de energias renováveis, exceder um valor máximo admissível das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (Ni) de 50 kWh/m2.ano."

- **Artigo 33.º** - Limitação das necessidades nominais de energia útil para a produção de água quente sanitária

"Como resultado dos tipos e eficiências dos equipamentos de produção de água quente sanitária, bem como da utilização de formas de energias renováveis, cada fracção autónoma não pode, sob condições e padrões de utilização nominais, exceder o valor máximo admissível de necessidades nominais anuais de energia útil para produção de águas quentes sanitárias (Na) de 35 kWh/m2.ano."

- **Artigo 39.º** - Produção de águas quentes sanitárias

Sempre que não exista exposição solar adequada para instalação de colectares solares térmicos, é obrigatória a instalação de bombas de calor ou dispositivos análogos alimentados a electricidade que garantam a produção integral das águas quentes sanitárias necessárias ao edifício.

F - Necessidades nominais de energia útil

F.1 O que se entende por necessidades nominais de aquecimento e por necessidades nominais de arrefecimento de um edifício?

As necessidades nominais de aquecimento e arrefecimento, ambas expressas em kWh/m^2.ano, indicam o consumo anual de energia útil, por metro quadrado da fracção autónoma em estudo, que seria necessário para manter o espaço nos níveis de conforto definidos regulamentarmente (20ºC no Inverno e 25ºC e 50% de humidade relativa no Verão), durante o tempo previsto para toda a duração da estação de aquecimento e de arrefecimento.

F.2 As eficiências utilizadas no cálculo das necessidades de energia primária dizem respeito aos equipamentos ou aos sistemas de aquecimento/ arrefecimento instalados no edifício?

Os valores de eficiência utilizados na fórmula de cálculo dizem respeito apenas aos equipamentos de aquecimento, arrefecimento ou de preparação de AQS efectivamente instalados no edifício/fracção autónoma e não à eficiência global dos sistemas (incluindo todos os seus componentes).

No caso de edifícios que utilizem mais de um sistema e/ou fonte energética para o mesmo fim (aquecimento, arrefecimento, preparação de AQS), as respectivas necessidades deverão ser fraccionadas nas componentes associadas a cada sistema/fonte e afectadas dos respectivos valores de eficiência do equipamento e dos factores de conversão em energia primária.

F.3 Se no projecto não estiverem definidas as características, nomeadamente a eficiência, dos sistemas e equipamentos de aquecimento e/ou arrefecimento, o que deve ser considerado pelo projectista ou perito qualificado aquando da verificação regulamentar?

O RCCTE prevê que, na ausência de dados mais precisos relativamente à eficiência dos sistemas, podem ser utilizados os seguintes valores de referência:

Sistema		Eficiência nominal (η)
Resistência eléctrica		1,00
Caldeira com combustível	Gasoso	0,87
	Líquido	0,80
	Sólido	0,60
Bomba de calor	Aquecimento	4,00
	Arrefecimento	3,00
Máquina frigorífica	Ciclo de compressão	3,00
	Ciclo de absorção	0,80

Se, aquando do licenciamento, não estiverem definidos quais os sistemas de aquecimento e/ou de arrefecimento que vão ser adoptados, considera-se, por defeito, que o aquecimento será obtido recorrendo a uma resistência eléctrica e o arrefecimento por uma máquina frigorífica com eficiência (COP) igual a 3. Tal como a solução por defeito considerada no regulamento para a preparação de AQS, também estas opções de base para aquecimento e arrefecimento são conservadoras e, muito provavelmente, penalizadoras do desempenho do edifício quando comparada com a solução efectivamente a implementar.

No caso de caldeiras na solução de aquecimento, os valores de eficiência são os indicados para a carga nominal, ou seja, a 100%.

F.4 Para efeitos de cálculo de Ntc, como deverá ser contabilizada a existência de dois tipos distintos de sistemas de climatização nos mesmos compartimentos de uma fracção autónoma, como por exemplo, existência de aquecimento central e bomba de calor?

No cálculo do Ntc para a respectiva fracção, deverá optar-se pelo sistema que origine a melhor classe energética, considerando a potência do respectivo sistema para efeito de verificação do âmbito regulamentar da potência instalada.

F.5 E no caso de existirem dois sistemas de climatização na fracção, por exemplo, aquecimento central na sala e splits nos quartos?

A determinação do valor de Ntc deverá ser feita considerando para o efeito o valor de Nic, afectado da eficiência de cada sistema, tendo em conta a área que cada um ocupa, obtendo desta forma um valor ponderado.

G - Necessidades nominais globais de energia primária

G.1 Como é feita a conversão de energia útil em energia primária para efeitos do RCCTE?

Até nova publicação em Despacho pelo Director-Geral de Geologia e Energia, os factores de conversão entre energia útil e energia primária (F_{pu}) são definidos em função do *mix* energético nacional, utilizando-se:

- Electricidade: F_{pu} = 0,290 kgep/kWh
- Combustíveis sólidos, líquidos e gasosos: F_{pu} = 0,086 kgep/kWh
- Energia renovável: F_{pu}= 0 kgep/kWh

A diferença nestes factores indicia que a utilização de equipamentos eléctricos para aquecimento, arrefecimento ou preparação de água quente sanitária resultará mais penalizadora das necessidades energéticas globais de energia primária de um edifício, embora a eficiência dos equipamentos desempenhe também um papel relevante nesse âmbito.

Os factores de conversão a aplicar ao sistema de rede de frio e calor da climaespaço encontram-se previstos no Despacho 14076/2010 de 8 de Setembro.

G.2 Um edifício está regulamentar se cumprir com o limite das necessidades energéticas de energia primária mas não cumprir com as necessidades de aquecimento?

Não. Para estar regulamentar, um edifício deve cumprir cumulativamente com os valores limite para as necessidades nominais de: i) energia para aquecimento; ii) energia para arrefecimento; iii) energia para preparação de águas quentes sanitárias; iv) energia primária. Devem ainda ser cumpridos os requisitos mínimos para a qualidade térmica para a envolvente dos edifícios.

G.3 O que traduzem os termos “0,1” e “0,9” usados na fórmula de cálculo das necessidades globais de energia primária?

Com a multiplicação do valor das necessidades de aquecimento e de arrefecimento por 0,1 pretende-se levar em conta o facto de, na tradição nacional, os edifícios não serem aquecidos ou arrefecidos, em contínuo e durante 24 horas por dia, durante toda a estação correspondente. Desta forma, considera-se que os edifícios apenas são climatizados, em média, 10% do tempo,

com a consequente e idêntica redução nas necessidades de energia para aquecimento e para arrefecimento.

Com o termo 0,9, pretende-se incentivar um melhor desempenho dos edifícios, estabelecendo que o limite para as necessidades nominais globais deverá ser inferior a 90% da soma dos limites máximos permitidos para as necessidades de aquecimento, arrefecimento e preparação de AQS. Não bastará, por isso, ao edifício cumprir "à justa" com o limite individual estabelecido para cada uma das necessidades parciais.

H - Paredes, coberturas e pavimentos

H.1 Como deve ser tratada, em termos de cálculo das perdas térmicas, uma chaminé que se desenvolva ao longo de uma parede exterior do edifício?

Deve ser dado o enquadramento das courettes (P&R D.3), em que o Tau (τ) depende da temperatura do ar que entra na chaminé e do grau de ventilação da mesma.

H.2 Qual o sentido do fluxo que se deve considerar no estudo de lajes de cobertura em contacto com o exterior ou das esteiras (lajes ou esteiras leves) com espaços não úteis?

- Para o cálculo das perdas térmicas por transmissão, uma vez que a temperatura média exterior em Portugal, mesmo no Verão, é sempre inferior à temperatura interior de conforto, o fluxo a considerar, durante todo o ano, no cálculo do coeficiente de transmissão térmica deverá ser ascendente;

- Para o cálculo dos ganhos térmicos de Verão devidos à absorção da radiação solar pela cobertura o fluxo a considerar é descendente (folha de cálculo FCV.1C). Será no entanto aceitável usar sempre o mesmo valor de U (fluxo ascendente) para uma dada laje, pois o erro cometido com esta aproximação é negligenciável no conjunto do cálculo do Nv.

H.3 No caso de uma cobertura em desvão fortemente ventilado, tipo sótão não habitado com isolamento na esteira, e uma vez que se trata de uma cobertura interior com requisitos de cobertura exterior, a área e respectivo coeficiente de transmissão térmica devem ser inseridos folha FC IV.1.a ou na FC IV.1.b? E no caso de um pavimento sobre uma zona não útil com um τ >0,7?

Uma vez que, tanto a esteira como o pavimento, são elementos da envolvente interior, estes devem ser incluídos na FC IV.1b, indicando o respectivo valor de tau (τ) para afectar as perdas térmicas associadas. O facto de os espaços não úteis adjacentes à zona em estudo terem um τ (tau) superior a 0,7 "apenas" tem influência sobre os requisitos mínimos a observar para a envolvente opaca em termos do limite para o coeficiente de transmissão térmica da mesma.

H.4 Considere uma fracção autónoma de um edifico que possua uma zona de tecto falso em toda a sua área. Qual a metodologia de cálculo que deverá ser adoptada para efectuar o cálculo térmico?

O tecto falso é estanque

- Em termos de regulamento, a zona acima do tecto falso em baixo da laje do 1º piso, não deve ser considerada zona não útil;
- O pé direito da fracção será unicamente até ao tecto falso;
- Nas paredes acima do tecto falso, aplicam-se, no entanto, os requisitos mínimos, isto é, deve-se isolar pilares e talões de viga devido ao problema de condensações;
- No cálculo do U desta fronteira deve ser considerada a resistência térmica do tecto falso, do isolamento térmico que lhe fique ligado, da caixa-de-ar (não ventilada) e da laje.

O tecto falso não é estanque

- O pé direito deverá ser contabilizado até à laje do piso superior;
- No cálculo de U desta fronteira deve ser considerada a resistência térmica da laje que separa as duas fracções e eventual isolamento que possa existir, o material do tecto falso e a caixa-de-ar do tecto falso (U em função do grau de ventilação).

H.5 Qual o valor do factor de correcção (r) a associar à massa superficial útil (Msi) de uma parede de compartimentação de uma FA de betão revestida por gesso cartonado (15 mm) com caixa-de-ar (35 mm)?

Conforme preconizado no ponto 2.1 do Anexo VII do RCCTE, "para os elementos interiores de uma fracção autónoma em estudo, a massa Msi é multiplicada por r = 0,75 ou 0,50, conforme o elemento tenha revestimento superficial com resistência térmica superior a 0,14 m^2.ºC/W e inferior ou igual a 0,3 $m^{2º}$C/W numa ou nas duas faces, respectivamente".

Placas de gesso cartonado e espaço de ar – 0,14 < R ≤ 0,30 m2.ºC/W

Constituição	*Rj (m^2.ºC/W)*	*Referência:*
Placa de gesso cartonado 15 mm	0,08	ITE 50
Caixa-de-ar com 35 mm	0,18	Quadro VII.2, RCCTE
TOTAL	0,26	

Uma vez que o valor da resistência térmica (R), está compreendida no intervalo entre 0,14 e 0,30 m^2.ºC/W, este deverá ser reduzido para 50% pelo factor de correcção (r).

Elemento Construtivo	Resistência térmica R, do revestimento superficial (m².°C/W)	Factor de correcção ri	Valor efectivo a adoptar para a massa superficial útil (ri×Msi)
Elementos da envolvente **EL1** e **EL2**	R≤0,14	1,0	1,0 × Msi
	0,14<R≤0,30	0,5	0,5 × Msi
	R>0,30	0	0 × Msi
Elementos de compartimentação interior à fracção autónoma **EL3**, **sem isolamento**	R≤0,14 em ambas as faces	1,0	1,0 × Msi
	0,14<R≤0,30 em ambas as faces	0,50	0,50 × Msi
	R>0,30 em ambas as faces	0	0 × Msi
	R≤0,14 numa face e 0,14<R≤0,30 na outra	0,75	0,75 × Msi
	R≤0,14 numa face e R>0,30 na outra	0,5	0,5 × Msi
	0,14<R≤0,30 numa face e R>0,30 na outra	0,25	0,25 × Msi
Elementos de compartimentação interior à fracção autónoma EL3, com isolamento	Analisar caso a caso		

H.6 Como devem ser contabilizados os ganhos solares de uma cobertura que possua uma protecção exterior sobre apoios pontuais, originando uma caixa-de-ar fortemente ventilada sob a referida protecção?

Uma vez que o revestimento possui uma caixa-de-ar fortemente ventilada, essa solução não deve ser contabilizada nos ganhos solares pela envolvente opaca, considerando para este efeito o coeficiente de absorção solar igual a 0. Caso os espaços de ar sejam fracamente ou não ventilados devem ser tratados como se não fossem ventilados.

H.7 E no caso de uma fachada fortemente ventilada?

Deverá ser adoptado o mesmo critério da solução anterior.

H.8 Como contabilizar a massa superficial útil de uma parede dupla exterior com caixa-de-ar sem isolamento térmico?

Para a contabilização da massa, no cálculo de Msi da parede em análise, deve considerar-se metade da massa do pano interior (até à caixa de ar) com um máximo de 150 kg/m^2.

H.9 Como devem ser considerados os ganhos solares numa envolvente opaca fortemente sombreada?

Para efeitos de cálculo, os ganhos solares de uma envolvente desta natureza, devem ser considerados como se tivessem orientação Norte.

Por envolvente opaca fortemente sombreada, entende-se por uma envolvente que possua obstáculos que provoquem sombreamento em toda a sua área na estação de Verão, não permitindo a incidência da radiação directa, como por exemplo, a existência de palas fixas ou pérgolas, outros edifícios ou obstáculos naturais.

H.10 Na determinação do coeficiente de transmissão térmica de uma cobertura com tecto falso, como deve ser contabilizada a existência de uma caixa-de-ar não ventilada com uma espessura superior a 300 mm?

Para espessuras de caixa-de-ar superiores a 300mm considera-se o valor limite de 0,16 para a resistência térmica do espaço de ar, indicado no Quadro I.4 do ITE 50.

H.11 Como deve ser determinado o valor de U de uma parede em contacto com um edifício adjacente?

Para efeitos de cálculo do valor de U deve ser considerado 2 Rsi e contabilizada a resistência térmica das camadas pertencentes à parede da fracção em estudo.

I - Pontes térmicas

I.1 Qual a diferença entre pontes térmicas planas e pontes térmicas lineares?

Uma ponte térmica plana é uma heterogeneidade inserida em zona corrente da envolvente exterior ou da envolvente interior em contacto com espaços não úteis, tais como pilares, talões de viga e caixas de estore, por onde se considera uma perda térmica unidimensional por unidade de área de superfície. A ponte térmica plana é quantificada multiplicando o valor de U pela respectiva área.

Uma ponte térmica linear corresponde à ligação de dois elementos construtivos exteriores ou em contacto com um espaço não útil com τ>0,7 e é uma singularidade da envolvente em que o fluxo térmico é bi- ou tridimensional assimilada a uma perda térmica por unidade de comprimento (Psi). A ponte térmica é quantificada multiplicando o valor de ψ pelo respectivo desenvolvimento.

I.2 Que valor máximo pode ter o coeficiente de transmissão térmica numa zona de ponte térmica plana?

O valor de U de uma ponte térmica plana não poderá exceder o dobro do valor de U da zona corrente adjacente da envolvente opaca vertical ou horizontal. No caso de haver dois ou mais elementos adjacentes com valores de U diferentes, deverá ser considerado o menor. Em qualquer circunstância, deverão sempre ser respeitados os valores máximos admissíveis indicados no Quadro IX.1 do RCCTE.

I.3 Como deve ser medido o desenvolvimento de uma ponte térmica linear correspondente à ligação fachada / padieira, peitoril ou ombreira?

A medição deverá corresponder a todo o desenvolvimento perimetral do vão envidraçado, ou seja, à ligação de todo o caixilho com a parede.

No caso de uma janela de sacada, ver questão I.11.

No caso da ligação do caixilho com uma eventual caixa de estore, o comprimento do perfil superior da janela (ligação do caixilho com a caixa de estore) deve ser incluído.

I.4 Se não encontrar no regulamento um valor para um tipo de ponte térmica linear, que devo fazer para a considerar no cálculo?

O regulamento prevê nessas situações, que se considere Ψ (psi) igual a 0,5 W/m.ºC
Em alternativa, poderá usar a norma EN ISO 10211-1.

I.5 Se não encontrar no regulamento um valor de Psi para as perdas lineares de elementos da envolvente exterior em contacto com o terreno, que devo fazer para a considerar no cálculo?

As tabelas que fazem parte integrante do anexo IV no D.L. 80/2006 cobrem as situações mais correntes nas edificações existentes. No entanto, e em alternativa, poderá usar a norma EN 13370.

I.6 Numa situação de ponte térmica linear configurada pela ligação entre duas paredes verticais de espessura diferentes, qual das espessuras deverá ser considerada para determinação do valor de Ψ (psi)?

Deve ser considerada a parede de maior espessura. De notar que esta configuração de ponte térmica linear apenas se deve quantificar para cunhais (ângulos salientes). Só se contabilizam estas pontes térmicas nas situações de envolvente exterior ou de envolvente interior para zonas com τ maior que 0,7.

I.7 As pontes térmicas (planas e lineares) só deverão ser consideradas, para efeitos de aplicação e verificação regulamentar, quando integradas na envolvente exterior ou também se devem considerar quando integradas na envolvente interior?

No caso de pontes térmicas planas, estas devem ser sempre consideradas quando integradas na envolvente interior independentemente do valor de tau.

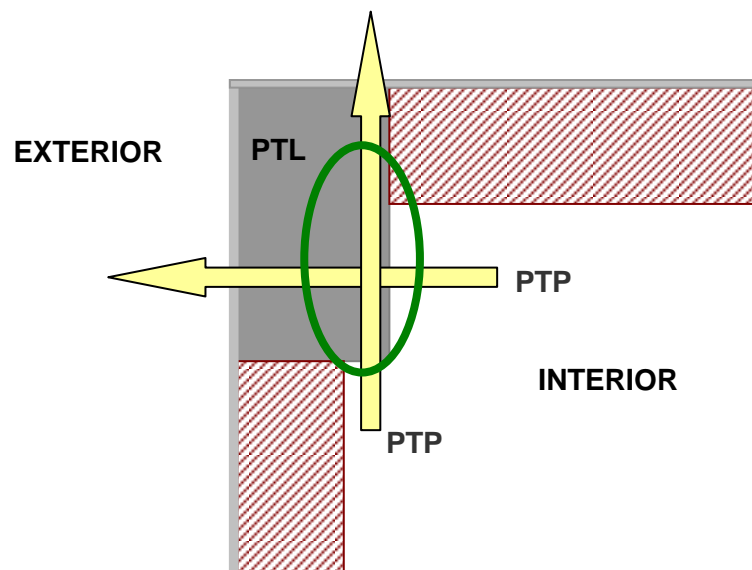
As situações de ponte térmica linear não são contabilizadas nos seguintes casos:

- paredes de compartimentação interior interceptando coberturas e pavimentos, quer sobre o exterior, quer sobre espaços não úteis;
- paredes interiores separando um espaço útil de um espaço não útil adjacente desde que τ menor que 0,7.

I.8 Nos valores de ψ (psi) de pavimentos com isolamento térmico em contacto com o terreno (tabela que está ausente do regulamento), o desenho esquemático mostra o isolamento sob a laje. Caso o isolamento esteja colocado sobre a laje (que é de facto a solução mais corrente), posso utilizar a mesma tabela?

Os valores de psi que estão tabelados no RCCTE são valores típicos, como tal aproximados.,Para o referido tipo de ligação, têm apenas a ver com o facto de existir ou não isolamento, independentemente se este tiver por cima ou por baixo da laje, pelo que poderá ser utilizada a mesma tabela. O facto de o isolamento estar por cima da laje apenas terá influência no cálculo da inércia.

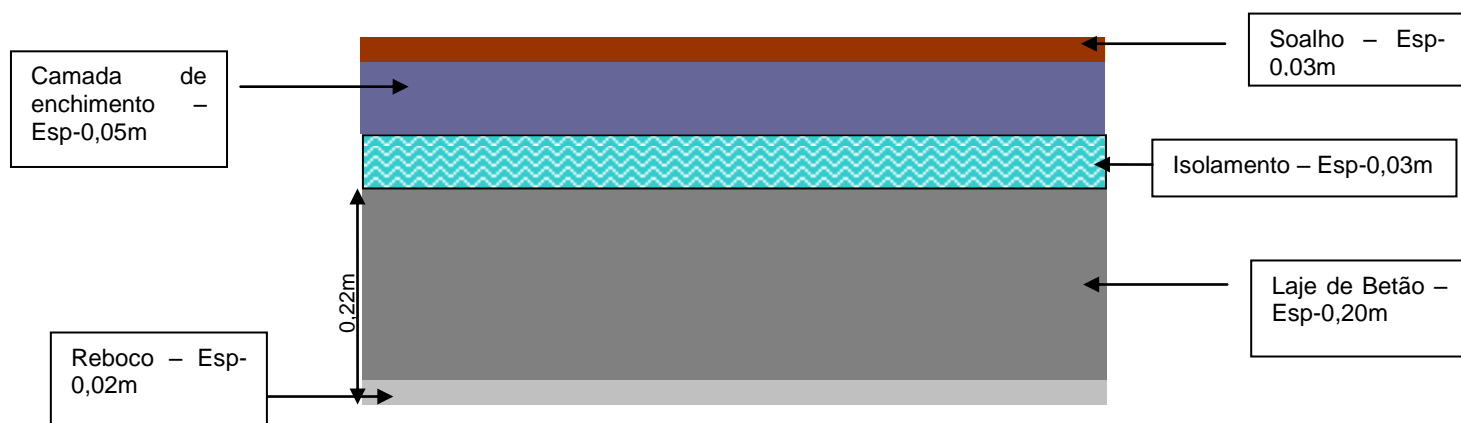
I.9 A configuração tipo F (Ligação entre duas paredes verticais) apresentada no anexo IV, pág. 2497, é considerada quer o cunhal tenha elemento estrutural (pilar em betão armado) ou não?

Sim. Mesmo nesta situação deverá ser considerada a ponte térmica linear, uma vez que existe uma ligação entre duas paredes verticais, no caso apresentado na figura seguinte, será o pilar com a parede adjacente).

I.10 Na determinação da espessura da laje (e_p), devo considerar apenas a espessura da laje ou deverei incluir as camadas de enchimento?

Para a determinação da espessura da laje, são apresentados em seguida 2 exemplos ilustrativos:

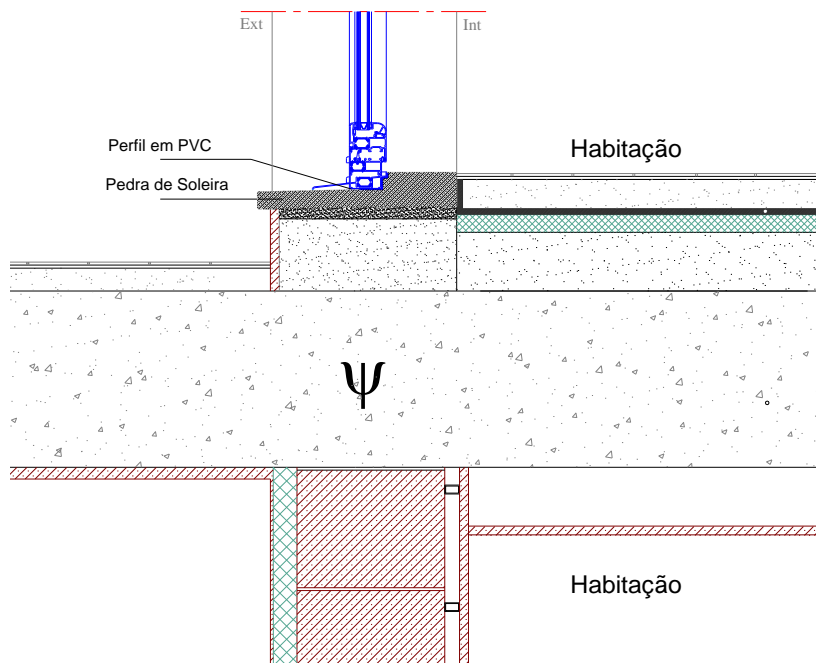
- Exemplo 1, laje de betão sem isolamento térmico:

Neste caso deve ser contabilizado na espessura da laje, as camadas de enchimento, laje de betão e reboco, totalizando uma espessura de 0,30m.

- Exemplo 2, laje de betão com isolamento térmico:

A espessura da laje a considerar é até ao isolamento térmico, totalizando uma espessura de 22 cm, incluindo a camada de reboco.

I.11 Em janelas de sacada ou vãos envidraçados com a altura do piso, quais as pontes térmicas lineares a considerar?

No caso do vão envidraçado apoiar directamente na laje de pavimento, deve ser considerada uma ponte térmica linear não tipificada com ψ de 0,5 W/m.ºC.

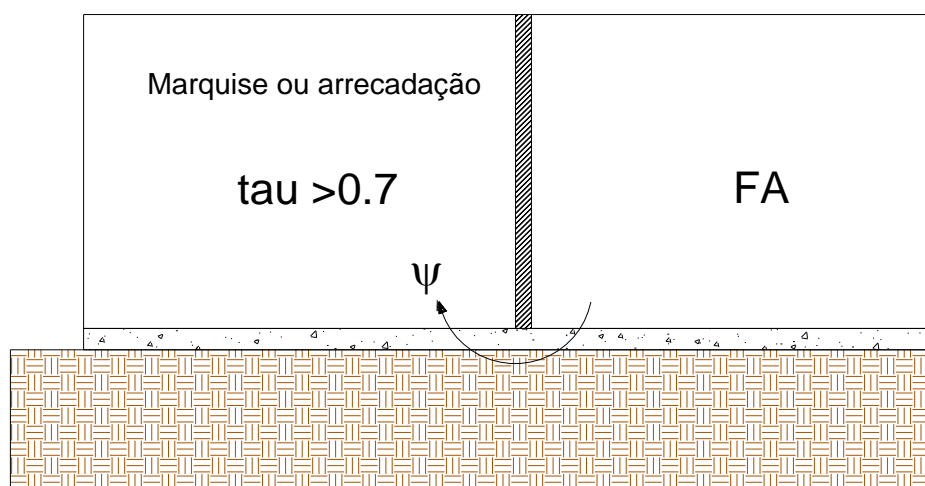
Se o vão envidraçado apoiar directamente no elemento de soleira (pedra ou outro elemento), então deverão ser consideradas duas pontes térmicas lineares, a saber:

- Ligação de fachada com a soleira, do tipo H;
- Ligação de fachada com pavimento, não tipificada com ψ de 0,5 W/m.ºC.

I.12 No caso de uma fachada em contacto com o piso térreo em que z=0 m, deverei contabilizar a perda térmica de parede em contacto com o terreno, e a ligação da fachada com pavimento térreo, ou apenas uma das situações?

Nesta situação deverá ser adoptado apenas o valor de ψ da tabela IV3.a, sendo o valor de ψ da parede em contacto com o terreno igual a zero.

I.13 Quais as perdas térmicas lineares a considerar no preenchimento da secção "Pontes térmicas (apenas para paredes de separação para espaços não-úteis com tau maior que 0.7)" na folha de cálculo FC IV.1b?

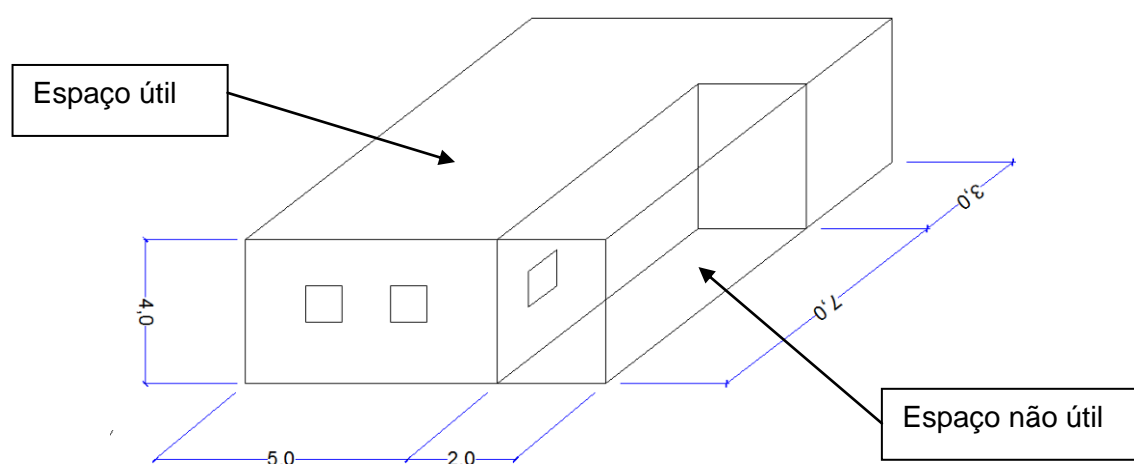
Neste campo deverão ser consideradas todas as perdas térmicas lineares que seriam consideradas se se tratasse de uma parede em contacto com o exterior.

Considere o seguinte exemplo:

Na figura acima, a parede de separação apresenta dois tipos de perdas térmicas lineares:

1. Pavimento em contacto com o terreno;
2. Fachada com pavimento térreo.

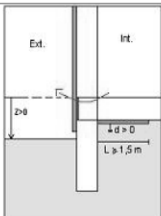
São estas as perdas térmicas lineares que devem ser colocadas na folha de cálculo FC IV.1b.

I.14 Que PTL's devem ser consideradas na situação seguinte, caracterizada pela existência de um espaço não útil com τ > 0,7?

A figura seguinte representa uma moradia de um piso cujo pavimento se encontra em contacto com o solo. A área da moradia é dividida entre uma zona útil e uma zona não útil com τ de 0,8.

Os quadrados representados nas paredes exteriores e interiores pretendem recriar envidraçados sem caixa de estore com a dimensão de 1.0m×1.0m. As paredes em contacto com os espaços não úteis são em tijolo cerâmico 22 com 4 cm de isolamento de EPS aplicados pelo exterior e rebocadas em ambas as faces. O pavimento será constituído por uma laje de betão armado com 15 cm de espessura, 4 cm de argamassa de assentamento e revestimento cerâmico com 1 cm. A cobertura será constituída por uma laje de betão armado com 13 cm de espessura, 5 cm de argamassa de assentamento, 6 cm de XPS aplicado pelo exterior e um revestimento interior em reboco com 2 cm de espessura (e_p = 20 cm).

Uma vez que o espaço não útil tem um τ > 0,7 ter-se-á que analisar todas as situações de ponte térmica linear previstas para a envolvente interior e para a envolvente exterior.

FC IV.1.a – Perdas pela envolvente exterior

Perdas térmicas lineares para o exterior	**Comp.** [m]	**ψ** [W/mºC]	**ψ.B** [W/ºC]
PTL1 - Fachada com pavimentos térreos	5+10+7+3=25m	0,45	11,25
PL2 - Pavimento em contacto com o terreno	5+10+7+3=25m	1,50	37,50
PTL3 - Ligação de fachada com cobertura	5+10+7+3=25m	0,45	11,25
PTL4 - Ligação entre duas paredes	4+4+4=12m	0,15	1,80
PTL4 - Ligação entre duas paredes	4+4=8m	0,075	0.60
PTL5 - Ligação da fachada com padieira, ombreira e peitoril	4+4=8m	0,20	1,60

FC IV.1.b – Perdas pela envolvente interior

Perdas térmicas lineares (apenas para paredes de separação para espaços não úteis com τ >0,7)	**Comp.** [m]	**ψ** [W/mºC]	**τ** [-]	**ψ.B.τ** [W/ºC]
PTL1 - Fachada com pavimentos térreos	7+2=9m	0,45	0,8	3,24
PL2 - Pavimento em contacto com o terreno	7+2=9m	1,50	0,8	10,80
PTL3 - Ligação de fachada com cobertura	7+2=9m	0,50	0,8	3,60
PTL4 - Ligação entre duas paredes	4+4=8m	0,075	0,8	0,48
PTL5 - Ligação da fachada com padieira, ombreira e peitoril	4m	0,20	0,8	0,64

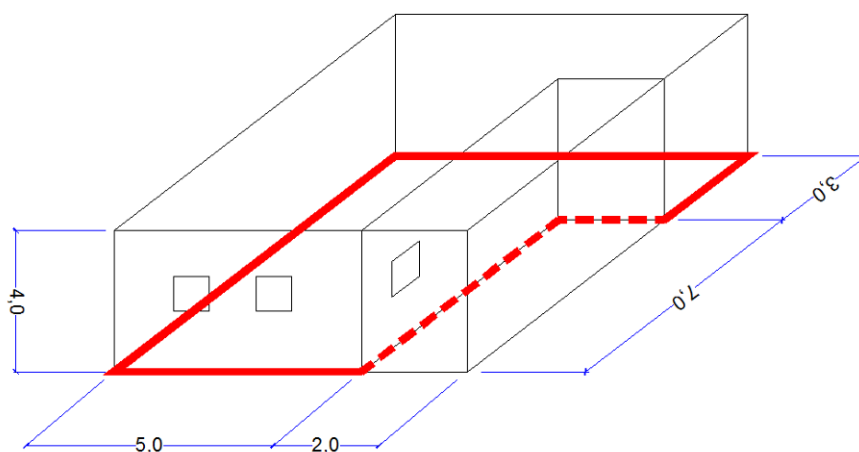
Nos pontos seguintes estão explicados os pressupostos e considerações que levaram à determinação de valor de ψ em cada uma das PTL indicadas.

- PTL1 - Ligação de fachada com pavimento térreo:

Isolamento pelo exterior

TABELA Ae – Valores de ψ [W/m.°C]

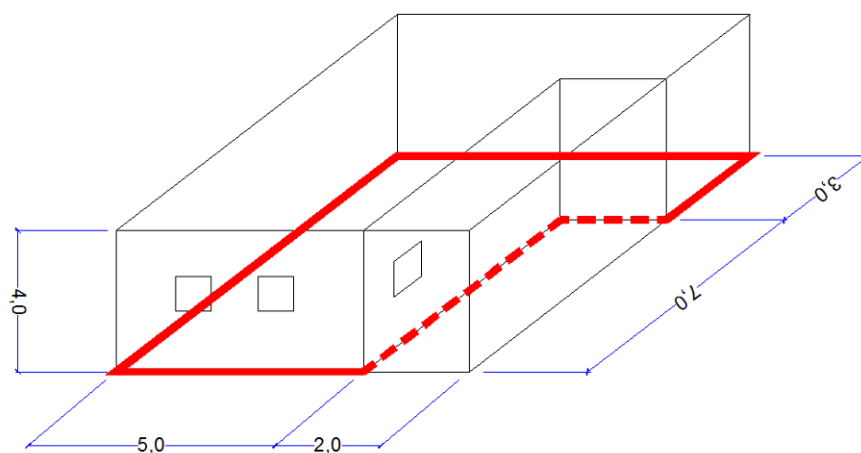
z [m]	d [m] < 0	d [m] de 0 a 0,60	d [m] > 0,60
0 a +0,40	0,60	0,30	15
> +0,40	0,80	0,45	0,25

O valor de 0,3 W/m.ºC que terá que ser agravado em 50% por não existir isolamento térmico na laje, obtendo-se 0,45 W/m.ºC.

- PL2 – Perda linear pelo pavimento em contacto com o terreno sem isolante térmico:

O valor de 1,5 W/m.ºC será obtido directamente da seguinte tabela.

Tabela IV.2.1

Valores de ψ de pavimentos em contacto com o terreno, sem isolante térmico

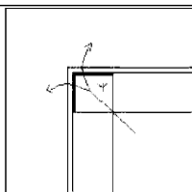
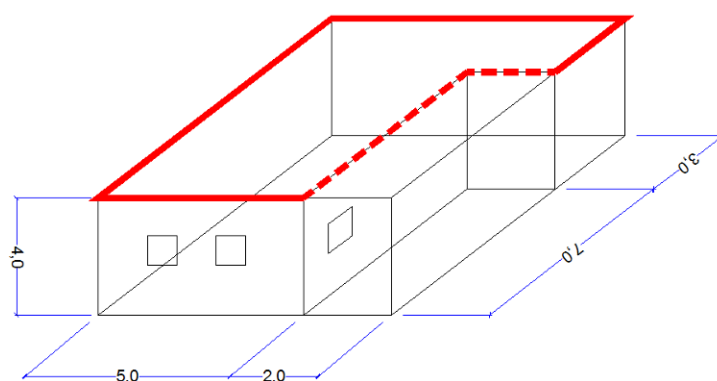
Z (m)	Ψ (W/m.°C)
Menor que −6	0
De −6 a −1,25	0,50
De −1,20 a 0	1,50
De 0,05 a 1,50	2,50

- PTL3 - Ligação de fachada com cobertura:

No que se refere à definição do Ψ associado à ponte térmica em estudo, recorrendo à tabela, obtém-se o valor de Ψ de 0,45 W/m.ºC.

D.e.1) Isolamento contínuo pelo exterior

Tabela De. – Valores de ψ [W/m.°C]

e_p [m]			
0,15	0,20	0,25	≥ 0,35
0,35	0,45	0,50	0,55

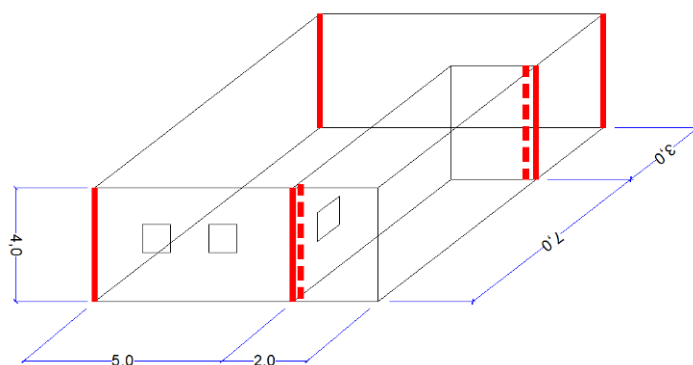
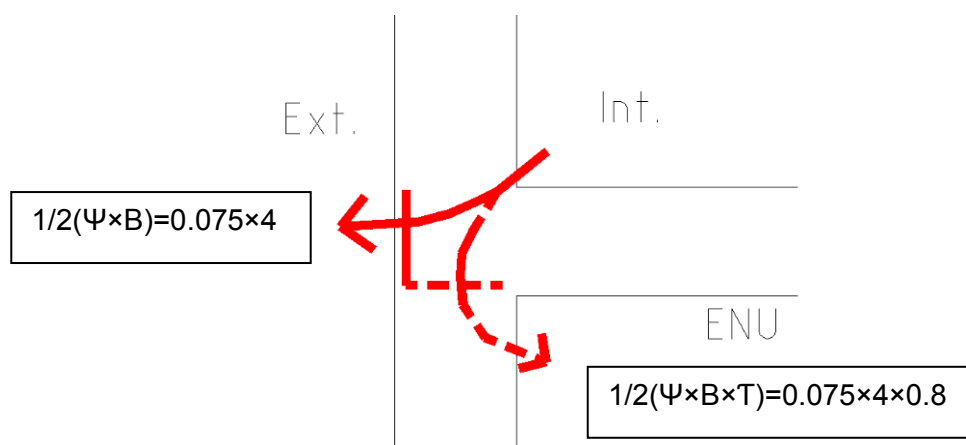
0,15 m < e_m* < 0,30 m

Na ligação da parede interior com a cobertura e tendo em conta que a situação não se encontra tipificada, aplica-se o valor de Ψ de 0,5 W/m.ºC.

PTL4 - Ligação entre duas paredes verticais

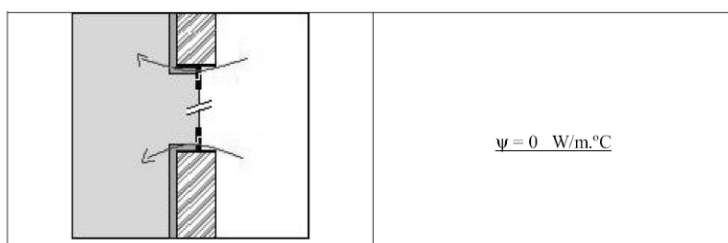
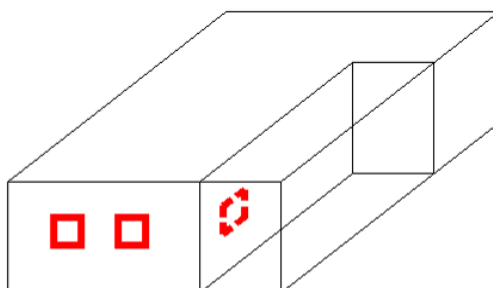
No que se refere à definição do Ψ associado à ponte térmica em estudo, recorrendo à tabela seguinte considera-se o valor 0,15 W/m.ºC.

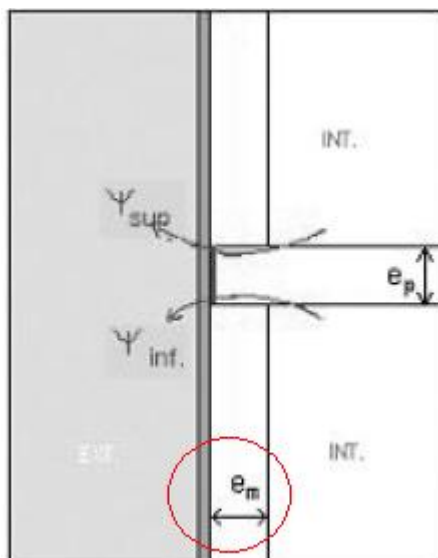
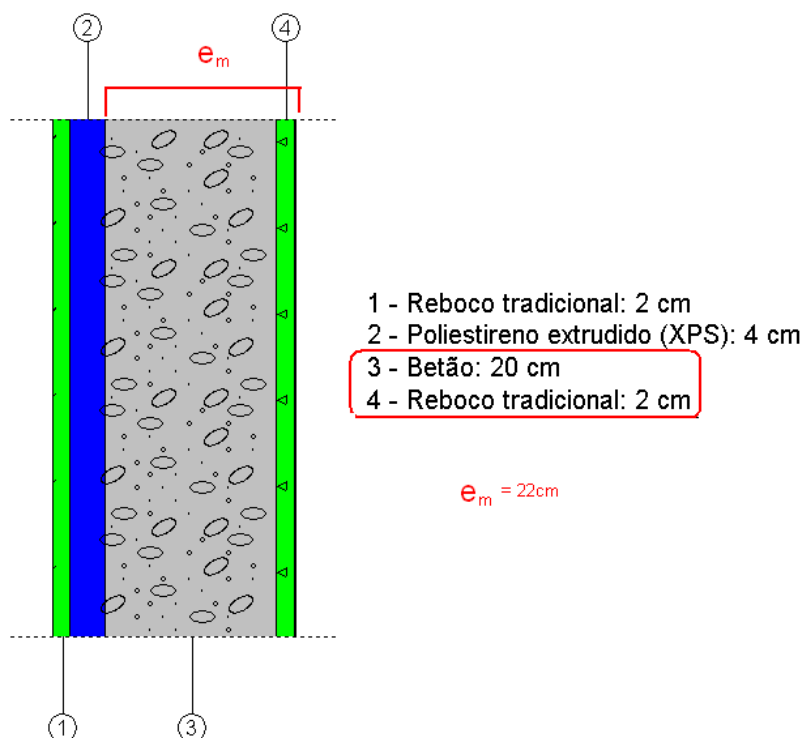
Isolamento pelo exterior

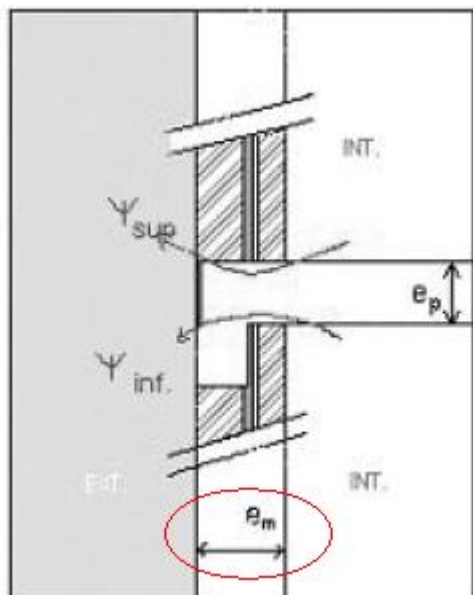
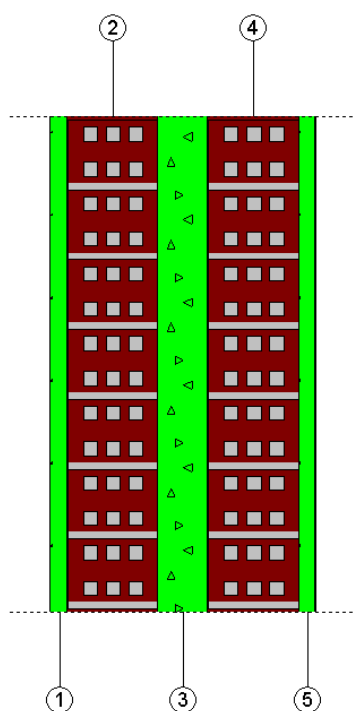
TABELA Fe – Valores de ψ [W/m.°C]

e_m* [m]	
≤ 0,22	≥ 0,22
0,10	0,15

* Se não for em betão, a parede deve ter uma espessura superior a 0,22 m.

- PTL5 - Ligação de fachada com padieira, ombreira e peitoril.

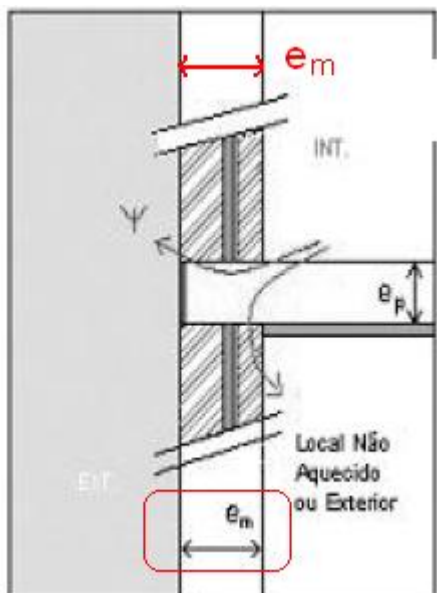
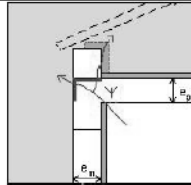
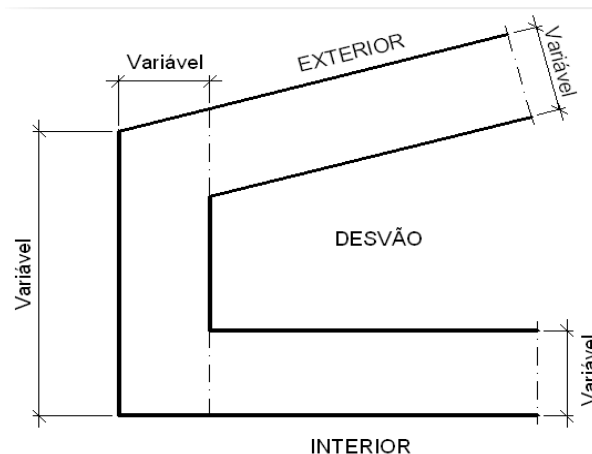
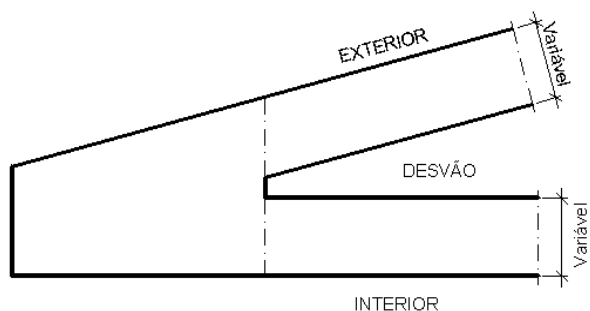
No que se refere à definição do Ψ associado à ponte térmica em estudo, recorrendo à tabela:

Sendo condição obrigatória o contacto do isolamento com a caixilharia, caso contrário deverá ser considerado um Ψ de 0,2 W/m.ºC. De acordo com o pormenor explicativo da ponte térmica não foi considerada a continuidade do isolamento, pelo que se deve considerar 0,2 W/m.ºC.

I.15 Qual a espessura a considerar na parede para contabilização das seguintes pontes térmicas lineares?

Caso 1: Isolamento pelo interior ou pelo exterior.
A espessura a considerar para a parede é "até ao isolamento".

Assim para o exemplo seguinte, a espessura a considerar será de 22cm.

Caso 2: Isolamento repartido ou isolante na caixa-de-ar.

A espessura a considerar é a total da parede.

Assim para o exemplo seguinte, a espessura a considerar será de 32cm.

1 - Reboco: 2 cm
2 - Tijolo cerâmico furado (11 cm): 11 cm
3 - Poliestireno extrudido: 6 cm
4 - Tijolo cerâmico furado (11 cm): 11 cm
5 - Reboco: 2 cm

Espessura total = 32cm

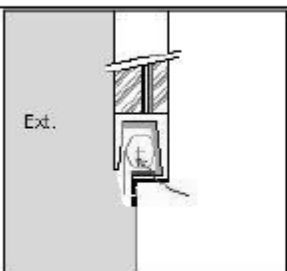
I.16 A espessura da parede indicada nos quadros das pontes térmicas lineares, nos casos em que o isolamento preenche total ou parcialmente a caixa-de-ar das paredes duplas, refere-se à parede superior ou inferior?

A medição da espessura da parede é feita na parede superior que se encontra sobre a laje.

I.17 Quais as pontes térmicas lineares a considerar nas seguintes situações de coberturas inclinadas em desvão (não habitado)?

Independentemente da altura da parede lateral da laje inclinada deve considerar-se sempre e apenas a ponte térmica linear de Ligação da fachada com cobertura inclinada ou terraço (PTL D). Assim, as duas situações acima ilustradas têm o mesmo tratamento em relação a este aspecto.

***D*) Ligação da fachada com cobertura inclinada ou terraço**

Isolamento pelo interior da parede de fachada e pelo exterior da cobertura

TABELA Di. – Valores de ψ [W/m.°C]

e_p [m]			
0,15	0,20	0,25	≥ 0,35
0,65	0,75	0,85	0,90

0,15 m < e_m* < 0,30 m

* Se não for em betão, a parede deve ter uma espessura superior a 0,22 m

I.18 A resistência térmica do isolante da caixa de estore, refere-se à solução da caixa de estore e às camadas de materiais adjacentes ou apenas à própria caixa de estore.

Refere-se apenas à caixa de estore em si, quando a própria é o isolamento ou à camada de isolamento colocada na "tampa" inferior da mesma, sem contabilização das demais camadas de materiais adjacente.

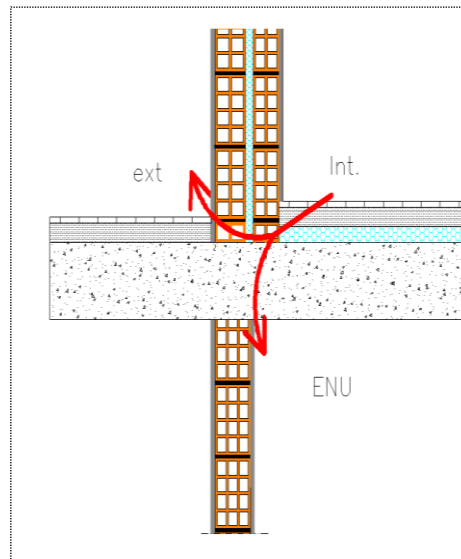
Isolamento repartido ou isolante na caixa de ar de paredes duplas

Nota. — A resistência térmica do isolante da caixa de estore (*R*), deve ser maior ou igual a 0,5 m². °C/W. No caso da caixa de estore apresentar uma configuração diferente da apresentada, considerar ψ = 1 W/m . °C.

I.19 Que referências posso utilizar para a contabilização do valor de ψ para situações não previstas no RCCTE?

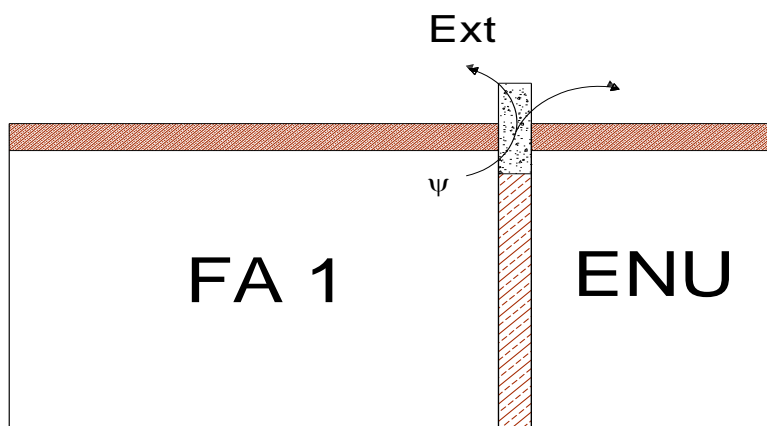
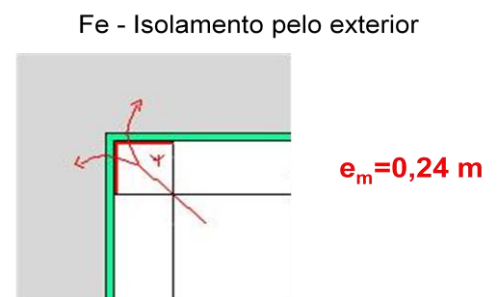
Para situações não previstas das apresentadas no RCCTE, poderá utilizar a metodologia definida na EN 13370 (ponto 2.2 do Anexo IV do RCCTE) para elementos em contacto com o

solo, e a metodologia definida na EN ISO 10211-1 (ponto 2.3 do Anexo IV do RCCTE) para pontes térmicas bidimensionais.

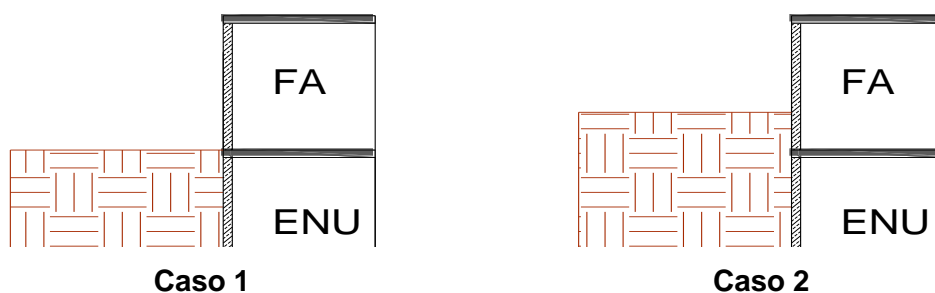
I.20 Qual o valor de ψ a considerar, para o caso de uma varanda pertencente a uma fracção autónoma em contacto com um espaço não útil (conforme indicado na figura seguinte)?

Esta situação não se encontra tabelada, pelo que, deve ser considerado o valor de ψ 0,5 W/m.ºC ou utilizar a metodologia definida na norma EN ISO 10211-1.

I.21 Qual o valor de ψ a considerar no caso de um pilar saliente, para o caso de uma fachada pertencente a uma fracção autónoma em contacto com um espaço não útil com tau superior a 0,7 (conforme indicado na figura seguinte)?

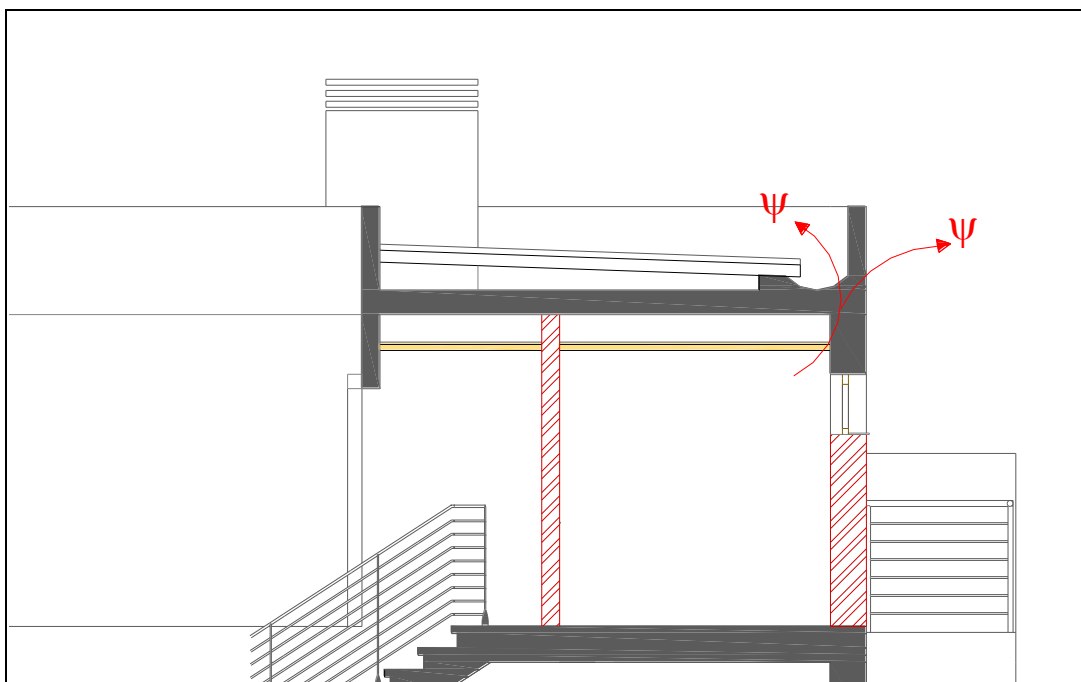
(planta)

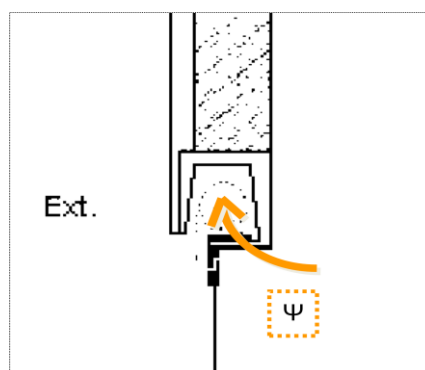
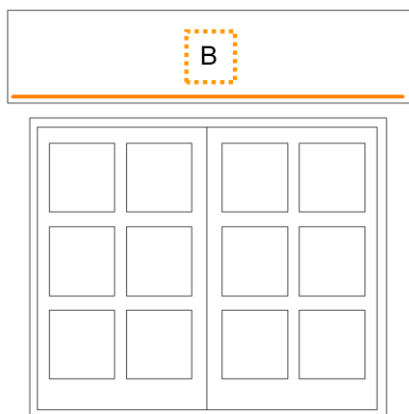
Fe - Isolamento pelo exterior

Neste caso poderá ser considerada uma ligação entre duas paredes de fachada e tendo em conta que a situação não se encontra tipificada, aplica-se o valor de Ψ de 0,5 W/m.ºC.

I.22 Qual o ψ a considerar na ligação de pavimento em contacto com ENU, sabendo que a parede do ENU se encontra totalmente enterrada?

Caso 1 **Caso 2**

Para o caso 1, deverá ser considerada a ponte térmica linear de ligação de fachada com pavimentos sobre locais não aquecidos.

Para o caso 2 deve ser considerada a ponte térmica linear de parede em contacto com o terreno;

I.23 De acordo com a figura seguinte, como deve ser considerada a PTL de ligação de fachada com cobertura, no caso de a mesma possuir um tecto falso estanque?

Deverá ser considerada uma ponte térmica linear de ligação de fachada com cobertura, como se o tecto falso não existisse, e para a determinação da espessura da laje, não deve ser contabilizada a espessura do tecto falso.

I.24 De acordo com a figura seguinte, qual o desenvolvimento linear a considerar na ligação da fachada com caixa de estore?

O desenvolvimento linear a considerar será B, correspondente ao comprimento da "tampa" inferior da caixa de estore.

I.25 Como se determina o coeficiente global de transferência de calor (U-W/m^2.ºC) de uma parede em contracto com o solo, quando objectivo é obter o valor de Ψ tabela IV.2.2 do RCCTE?

O valor do U indicado na tabela como referência de cálculo para o psi é o da mesma parede sem estar em contacto com o solo, ou seja, como se fosse uma parede a separar um espaço útil do exterior.

J - Vãos envidraçados

J.1 A área de um vão envidraçado diz apenas respeito ao vidro?

Não. A área de um vão envidraçado diz respeito à área do vidro e do respectivo caixilho, sendo sempre medido pelo interior.

J.2 Que aspectos são relevantes na determinação do U de um vão envidraçado?

O coeficiente de transmissão térmica (U) de um vão envidraçado depende do seguinte:

- do tipo de caixilharia (madeira, metálica com ou sem corte térmico e plástico):
- do tipo de vão:
- do tipo de vidro (espessura , emissividade)
- da espessura de lâmina de ar
- do dispositivo de oclusão (ver questão J.33)

Em relação a este último aspecto, o RCCTE define "coeficiente de transmissão térmica médio dia-noite de um vão envidraçado", como a média dos coeficientes de transmissão térmica de um vão envidraçado com a protecção aberta (posição típica durante o dia) e fechada (posição típica durante a noite) e que se toma como o valor de base para o cálculo das perdas térmicas pelos vãos envidraçados de uma fracção autónoma de um edifício em que haja ocupação nocturna importante, por exemplo, habitações, estabelecimentos hoteleiros e similares, zonas de internamento de hospitais, etc.

De qualquer forma, para efeitos do cálculo regulamentar, poderão ser utilizados valores fornecidos pelo fabricante ou consultadas tabelas em publicações de referência como o ITE 50 "Coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios" para os elementos de mais comuns.

J.3 Que factores afectam o cálculo dos ganhos solares brutos dos vãos envidraçados de um edifício?

Os factores a considerar no cálculo dos ganhos solares brutos são:

- o factor solar do vidro;
- as protecções interiores e/ou exteriores do vão envidraçado;
- os factores de sombreamento por elementos horizontais e/ou verticais;
- o factor de sombreamento do horizonte;
- a fracção envidraçada;
- factor de correcção da selectividade angular do tipo de envidraçado;
- a radiação solar representativa da zona climática de Inverno em que o edifício se situa, o factor de orientação do vão envidraçado e a duração da estação de aquecimento (apenas contabilizados na estação de aquecimento) e;
- a intensidade média da radiação total incidente em cada orientação durante toda a estação de arrefecimento (apenas contabilizado na estação de arrefecimento).

J.4 Na determinação dos ganhos solares pelos vãos envidraçados, que aspectos devem ser tidos em conta no cálculo do factor solar?

A forma e pressupostos para cálculo do factor solar de um envidraçado variam consoante se trate da estação de aquecimento ou da estação de arrefecimento.

Assim, na estação de aquecimento, considera-se que, para maximizar o aproveitamento da radiação solar, os dispositivos de protecção solar móveis devem estar totalmente abertos. Impõe-se que o vão envidraçado, no sector residencial, e apenas neste, disponha de, pelo menos, cortinas interiores muito transparentes de cor clara. Nestas condições, e para a situação mais comum de vidro incolor corrente simples ou duplo, o valor do factor solar máximo a usar no cálculo será de: vidro simples incolor - $g_\perp = 0{,}70$ e vidro duplo incolor - $g_\perp = 0{,}63$.

Na estação de arrefecimento, já deve ser considerada a utilização dos dispositivos de sombreamento activados a 70%, ou seja, o factor solar do vão envidraçado será igual a 30% do factor solar do vão sem qualquer protecção (nem sequer a cortina muito transparente indicada para o cálculo das necessidades de aquecimento), mais 70% do factor solar do vão envidraçado com a protecção solar móvel completamente actuada: $g_\perp = 0{,}30 \times g_{\perp v}$ do vão sem protecção + $0{,}7 \times g_\perp'$ do vão envidraçado com protecção solar móvel activada.

J.5 No caso de um envidraçado com duas palas laterais de comprimentos diferentes, como deve ser calculado o valor de F_f?

Neste caso, o ângulo β (beta) de cada pala vertical, medido a partir do ponto médio do vão envidraçado, será distinto para cada uma duas palas. O valor de F_f aplicável aos vão deverá então ser o produto dos dois valores de F_f determinados (um para cada pala, com base no correspondente valor do ângulo Beta).

J.6 Como devem ser tratadas as pérgolas e protecções solares do tipo "vegetal" dos vãos envidraçados? São admissíveis no RCCTE ou não?

Uma vez que este tipo de soluções faz parte da nossa arquitectura tradicional, sendo mesmo referenciadas em diversas publicações como soluções solares passivas, devem ser consideradas na aplicação e verificação do RCCTE como palas horizontais. Se forem de folha caduca, na estação de aquecimento considera-se como se não existissem. No entanto, se na verificação regulamentar dos edifícios após a construção, o perito constatar que a vegetação prevista não foi efectivamente plantada (ou, em contexto de verificação para renovação do certificado, observar que essa vegetação não se desenvolveu), a mesma não deverá ser considerada para efeitos de cálculo das necessidades energéticas.

J.7 Que tipo de informação complementar às folhas de cálculo deve ser disponibilizada junto com o projecto de um edifício para que o perito possa avaliar se o cálculo dos ganhos solares foi correctamente efectuado pelo projectista?

Para além das folhas de cálculo FC IV.1e (ganhos úteis na estação de aquecimento), FC V.1d (ganhos solares pelos envidraçados exteriores), o projectista deverá também apresentar:

- desenhos com planta de implantação do edifício e alçados com identificação de possíveis obstruções e respectivo ângulo de horizonte (para verificação do factor Fh), nomeadamente, edifícios vizinhos;
- para os envidraçados com palas, alçados e cortes com dimensões e ângulo horizontal ou vertical de cada pala (para verificação de Fo ou Ff);
- Elementos descritivos do tipo de material do caixilho, da existência ou não de quadrícula no vidro e de outras características construtivas ópticas (vidros especiais) e do vão envidraçado.

J.8 Qual o factor de selectividade angular, de um vidro horizontal na situação de Verão?

Salvo justificação fundamentada pode adoptar-se o valor de 0,90.

J.9 Se uma caixilharia não tiver sido ensaiada, que classe lhe deve ser atribuída?

As séries de caixilharias podem ser sujeitas a ensaios de caracterização de desempenho (p. ex., em Portugal, no LNEC), e classificadas, segundo a norma EN 12207, em 4 classes de permeabilidade ao ar (classe 1 a pior e classes 3 e 4 as melhores). Se uma caixilharia não tiver sido ensaiada, será considerada sem classificação, facto que, no novo RCCTE, contribui para agravar o valor nominal da taxa de renovação de ar (RPH).

Nota: Para efeitos de aplicação do RCCTE, a classe 4 de permeabilidade ao ar deve ser equiparada à classe 3.

J.10 A excepção ao factor solar máximo admissível dos envidraçados com área inferior a 5% diz respeito a apenas um envidraçado independentemente de existirem mais envidraçados no compartimento, ou considera-se a área total de envidraçados do respectivo compartimento?

Ver questão C.5.

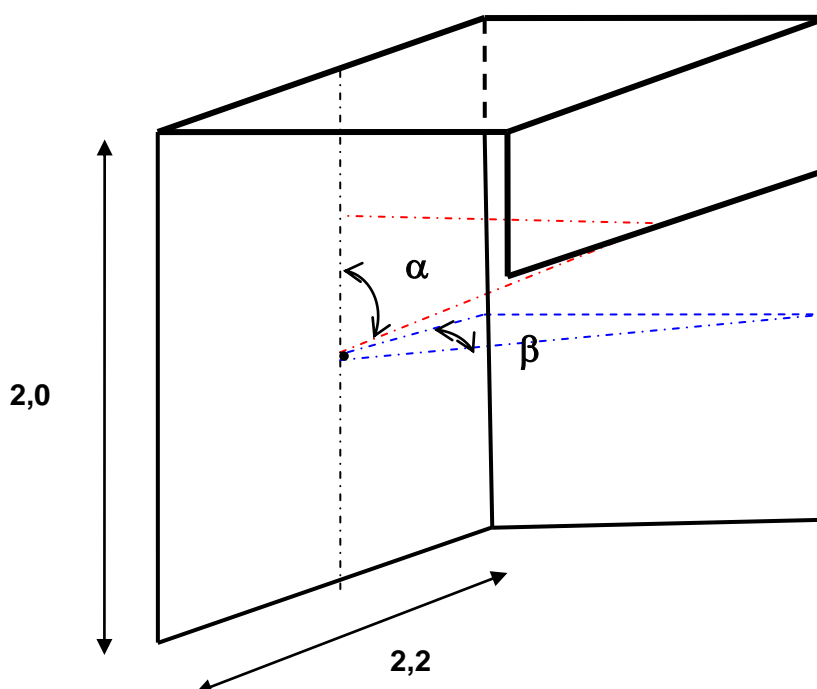
J.11 Como se quantifica a ponte térmica linear correspondente a uma caixa de estore / padieira?

Ver questão I.3.

J.12 Considere o edifício da figura que se apresenta, localizado em Esposende, indique os factores de sombreamento que deverá considerar para o cálculo do factor de obstrução (Fs)?

	Orientação	Ângulos		
		Fh	**Fo (α)**	**Ff (β)**
Vão envidraçado	NW	45º	?	?

Neste caso específico deverá ter-se em conta os factores de sombreamento por elementos verticais e elementos horizontais, uma vez que a incidência dos raios solares sobre a pala em questão provoca sombreamento sobre o ponto médio do envidraçado segundo um ângulo com a vertical (β - ângulo da pala vertical) e com a horizontal (α - ângulo da pala horizontal).

Para melhor visualização dos ângulos de obstrução, anexa-se um modelo ilustrativo, com o respectivo cálculo do factor de sombreamento. Os valores dos factores de correcção de sombreamento para a estação de aquecimento constam nas tabelas IV.6 e IV.7, respectivamente, do RCCTE.

	Orientação	Ângulos			Factores de Sombreamento			
		Fh	α	β	Fh	Fo	Ff	Fs
Vão envidraçado	NW	45	30	60	0,8	0,94	0,80	0,60

Verificações para confirmar valor de Fs:

Fo×Ff≤0.9 → 0.94×0.8=0.75 → Verifica

X×Fs≥0.27→ 0.33×0.60=0.20→ Não verifica, logo **Fs=0.82**

J.13 Para efeitos do RCCTE quais são os vidros considerados incolores correntes?

São os vidros que têm factor solar de 0,85 no caso de vidro simples e 0,75 no caso de vidro duplo, conforme indicado na Tabela IV.4 do Anexo IV RCCTE.

J.14 Para o cálculo do Nic, o factor solar do vão envidraçado para a estação de aquecimento, numa fracção de serviços abrangida pelo RCCTE, deverá considerar a existência de cortinas interiores muito transparentes de cor clara?

Não. Esta imposição é válida apenas para edifícios residenciais, salvo justificação credível em contrário. Nestes casos deverá ser usado um factor solar de 0,70 para vidro simples incolor corrente com cortina interior muito transparente, e 0,63 para o vidro duplo incolor corrente com cortina interior muito transparente.

J.15 Numa habitação, se houver um vidro especial com factor solar igual ou inferior a 0,70 (vidro simples) ou de 0,63 (vidro duplo), deve-se considerar a existência de cortinas interiores muito transparentes?

Neste caso, como o vidro só por si, já tem uma protecção solar superior à da cortina interior muito transparente, esta não é necessária e utiliza-se, para o cálculo do Nic, o valor do factor solar do vidro especial utilizado na janela sem qualquer protecção solar adicional.

J.16 Para efeitos regulamentares quais as protecções solares constantes no quadro V.4 do RCCTE que são consideradas opacas?

Apresenta-se de seguida um quadro resumo com os vários tipos de protecções solares constantes no quadro V.4 do RCCTE com a indicação das respectivas protecções (opacas/não opacas).

<table>
<tr><th colspan="2">Protecção solar</th><th>Tipo de protecção</th></tr>
<tr><th colspan="3">Protecções Exteriores</th></tr>
<tr><td colspan="2">Portada de madeira</td><td>Opaca</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Persiana</td><td>Réguas de madeira</td><td rowspan="2">Opaca</td></tr>
<tr><td>Réguas metálicas ou plásticas</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Estore veneziano ou Portada de lâminas fixas</td><td>Lâminas de madeira</td><td rowspan="2">Não opaca</td></tr>
<tr><td>Lâminas Metálicas</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Estore</td><td>Lona opaca</td><td rowspan="3">Não opaca</td></tr>
<tr><td>Lona pouco transparente</td></tr>
<tr><td>Lona muito transparente</td></tr>
<tr><th colspan="3">Protecções Interiores</th></tr>
<tr><td colspan="2">Estores de lâminas</td><td>Não Opaca</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Cortinas</td><td>Opacas</td><td>Opaca</td></tr>
<tr><td>Ligeiramente transparente</td><td rowspan="3">Não opaca</td></tr>
<tr><td>Transparente</td></tr>
<tr><td>Muito transparente</td></tr>
<tr><td colspan="2">Portadas de madeira (opacas)</td><td>Opaca</td></tr>
<tr><td colspan="2">Persianas de madeira</td><td>Não Opaca</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Protecção entre dois vidros</td><td>Estore veneziano</td><td rowspan="2">Não opaca</td></tr>
<tr><td>Lâminas delgadas</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Protecção entre as duas caixilharias numa janela dupla</td><td>Estore veneziano</td><td rowspan="2">Não opaca</td></tr>
<tr><td>Lâminas delgadas</td></tr>
</table>

O quadro acima traduz a classificação de “opaca” ou “não opaca” a adoptar, por defeito, para as soluções descritas no Quadro V.4 do RCCTE. Para a atribuição de uma classificação diferente da indicada, deverá o projectista apresentar a respectiva justificação com base nas características técnicas dos dispositivos adoptados e da sua maior ou menor permeabilidade à radiação solar directa e difusa.

Apresentam-se de seguida alguns exemplos de protecções solares exteriores e interiores:

- Protecções Solares Exteriores

Persianas de réguas plásticas	
Estore veneziano	
Estore de lona opaca	**Portada de lâminas fixas**

- <u>Protecções Solares Interiores</u>

Estores de lâminas	Cortina interior Opaca
Portada de madeira interior	Persiana de madeira

J.17 Como se calcula o factor solar de um vão envidraçado para verificação dos requisitos mínimos regulamentares?

Para este efeito, distinguem-se as seguintes situações:

a) Para situações em que o envidraçado não tem qualquer dispositivo de protecção solar, o factor solar é o correspondente ao vidro utilizado (simples ou duplo, incolor, colorido ou reflectante, etc.) sendo obtido directamente das Tabelas IV.4 do RCCTE.

b) Para situações em que o vidro seja incolor corrente e só haja uma única protecção solar, o factor solar é obtido directamente do Quadro V.4 do RCCTE.

c) Para o caso em que o vidro seja especial diferente do incolor corrente e possua uma única protecção exterior não opaca ou uma única protecção interior de qualquer tipo, o factor solar é obtido pela aplicação das fórmulas de cálculo nº1 ou 2 indicadas no ponto 2.3 do Anexo V do RCCTE, consoante o vidro seja simples ou duplo.

- Vidro Simples;

$$g_{100\%} = \frac{g_{\perp}' . g_{\perp v}}{0,85} \quad (1)$$

- Vidro Duplo;

$$g_{100\%} = \frac{g_{\perp}' . g_{\perp v}}{0,75} \quad (2)$$

Em que:

$g_{100\%}$ - factor solar do vão envidraçado com protecção 100% activa;

$g_{\perp}'$ -factor solar do vão envidraçado com protecção solar e vidro incolor;

$g_{\perp v}$ - factor solar do envidraçado.

d) Para situações em que haja mais do que uma protecção, colocam-se várias situações:

i) Quando houver uma protecção solar opaca, só se considera a contribuição de outros dispositivos ou vidros especiais que estejam para fora da 1ª protecção opaca. Deverão aplicar-se as fórmulas de cálculo nº 3 ou 4 indicadas no ponto 2.3 do Anexo V do RCCTE, considerando apenas as protecções solares existentes do lado exterior até ao interior até à primeira protecção opaca:

- Vidro Simples:

$$g_{100\%} = g_{\perp v} \prod_i \frac{g_{\perp}'_i}{0{,}85} \quad (3)$$

- Vidro Duplo:

$$g_{100\%} = g_{\perp v} \prod_i \frac{g_{\perp}'_i}{0{,}75} \quad (4)$$

Em que:

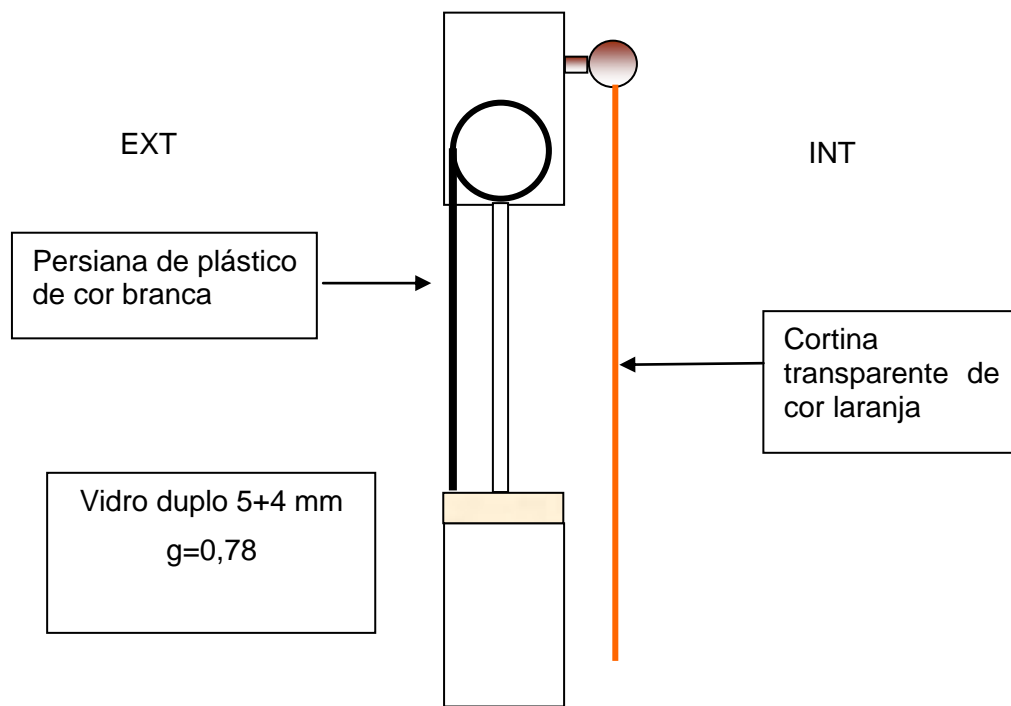
$g_{100\%}$ - factor solar do vão envidraçado com protecção 100% activa;

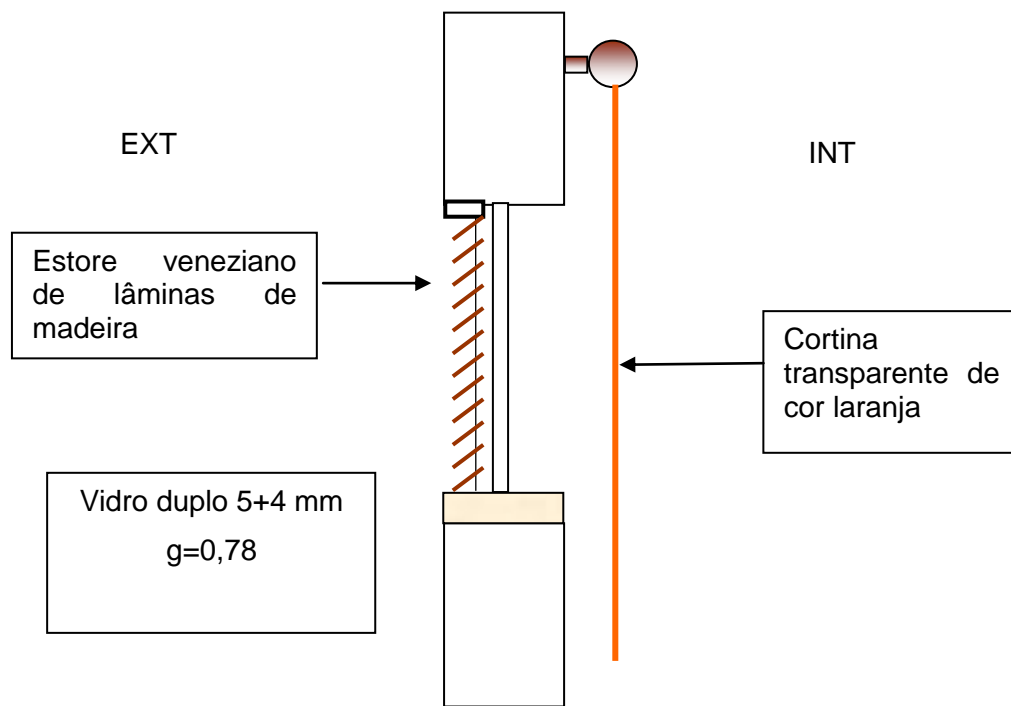
$g_{\perp}'$ -factor solar do vão envidraçado com protecção solar e vidro incolor;

$g_{\perp v}$ - factor solar do envidraçado.

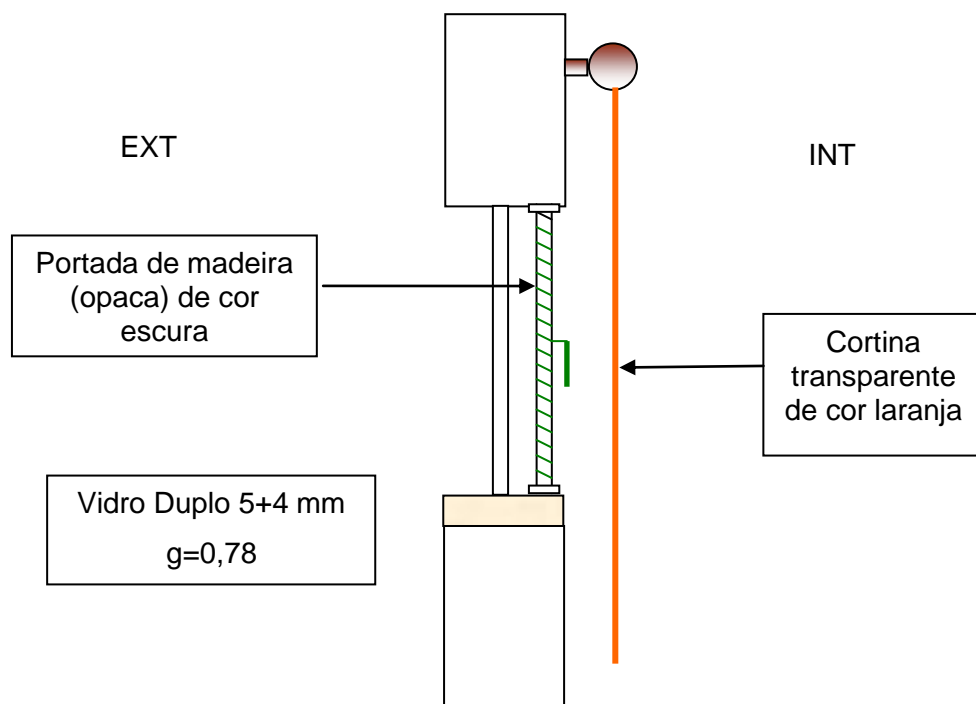
ii) Quando não houver protecções opacas, considera-se a contribuição de todos os dispositivos e vidros especiais, utilizando-se as fórmulas de cálculo acima indicadas (3 e 4), considerando as protecções solares do lado exterior até à última protecção do lado interior.

iii) Para situações com vários dispositivos, usam-se as equações nº 3 e 4 anteriormente referidas, considerando as protecções solares existentes do lado exterior até ao interior até à primeira protecção opaca;

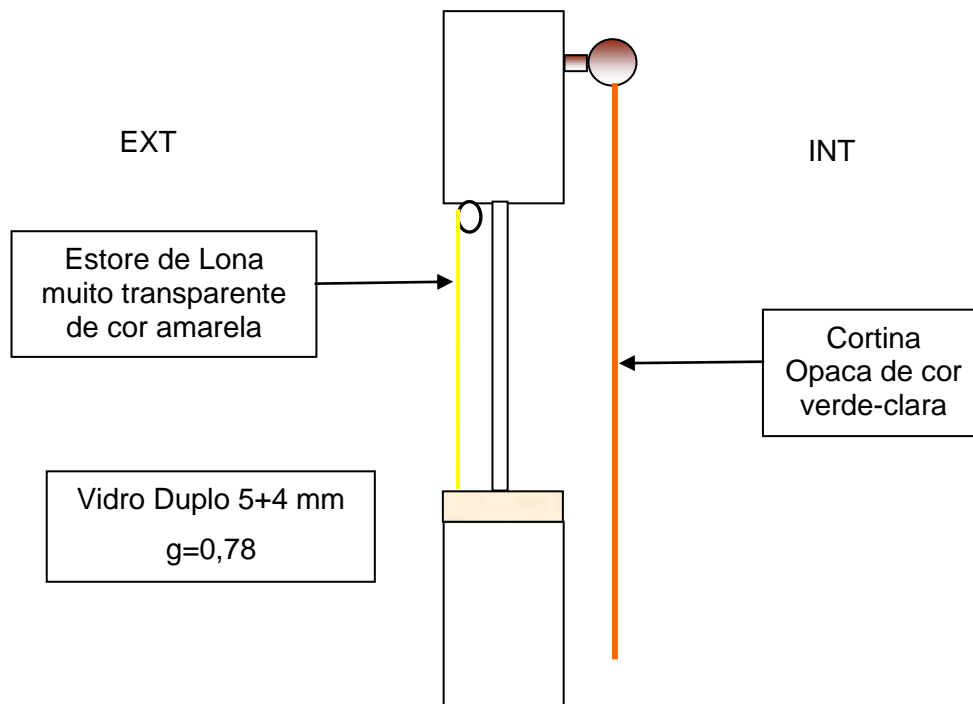
J.18 Qual é o factor solar do envidraçado com vidro duplo e protecção 100% activa para o caso de ter uma protecção exterior tipo persiana de plástico de cor branca?

Uma vez que a protecção exterior é opaca, o cálculo do $g_{100\%}$ de acordo com o procedimento indicado na questão J.17, é obtido directamente do Quadro V.4, ou seja, 0,04 qualquer que seja o tipo de vidro (incolor ou especial).

J.19 Qual é o factor solar de um envidraçado com vidro duplo incolor com protecção 100% activa para o caso de ter uma protecção exterior tipo estore veneziano?

Uma vez que o estore veneziano não é uma protecção opaca, deverão considerar-se, para efeitos de cálculo do $g_{100\%}$, todas as protecções solares existentes do lado exterior até ao lado interior, utilizando a fórmula de cálculo 4 indicada no ponto 2.3 do Anexo V do RCCTE (ver questão J.17). O cálculo do $g_{100\%}$ de acordo com esquema indicado na figura, é obtido da seguinte maneira:

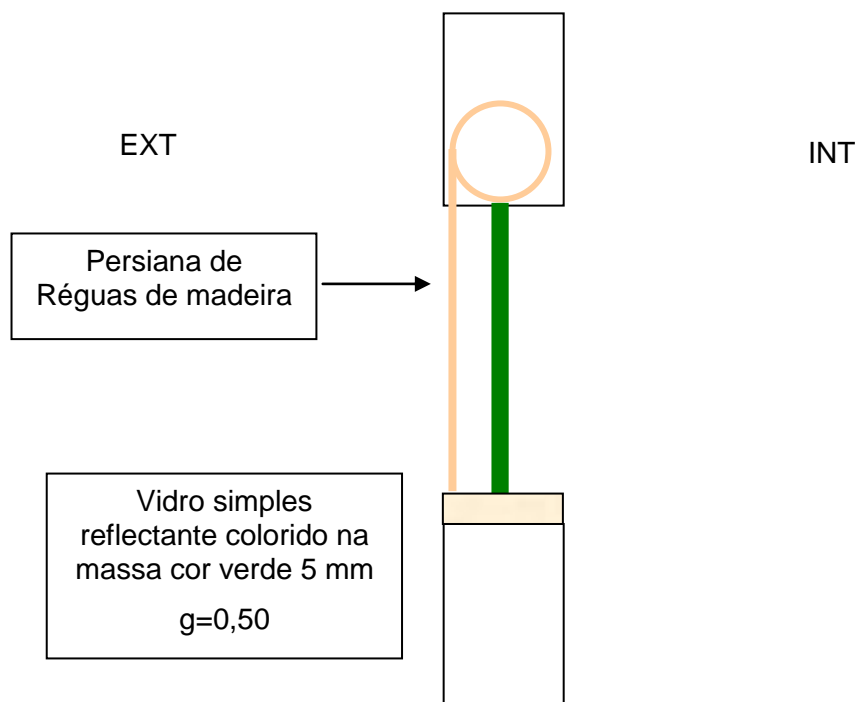
$$g_{100\%} = g_{\perp v} \prod_i \frac{g_{\perp}'}{0,75} = 0,78 \times \frac{0,08}{0,75} \times \frac{0,39}{0,75} = 0,043$$

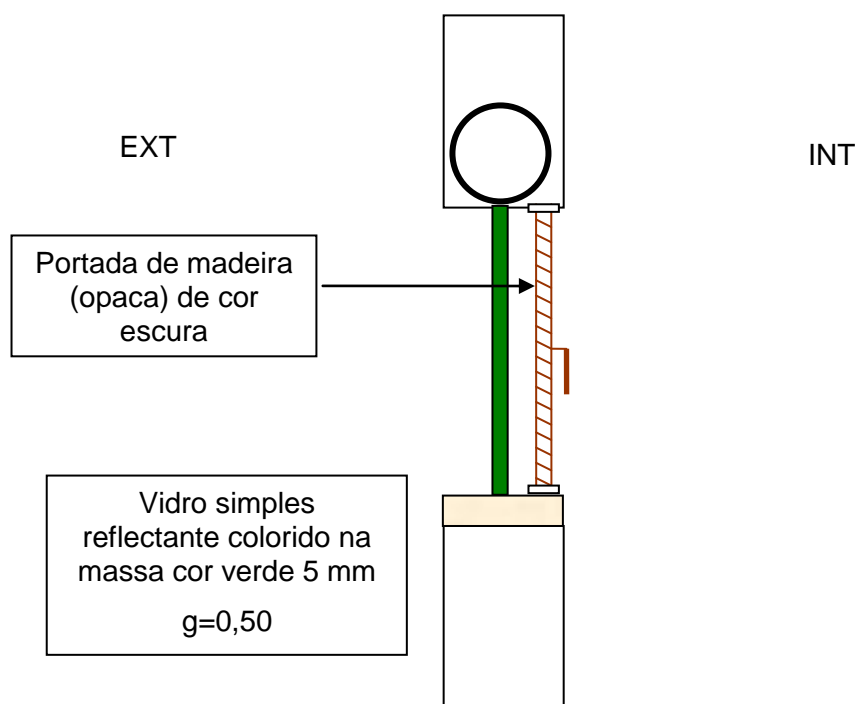
J.20 Qual é o factor solar do envidraçado com vidro duplo incolor com protecção 100% activa para o caso de ter uma protecção interior tipo portada de madeira cor verde-escuro?

O cálculo do $g_{100\%}$ de acordo com o indicado na figura, é obtido através da fórmula (2) no ponto 2.3 do Anexo V do RCCTE (ver questão J.17). Para efeitos de cálculo deverão ser consideradas as protecções solares existentes do lado exterior até ao interior e até à primeira protecção opaca, neste caso a portada de madeira.

$$g_{100\%} = \frac{g_{\perp}' . g_{\perp v}}{0,75} = \frac{0,58 \times 0,78}{0,75} = 0,60$$

J.21 Qual é o factor solar do envidraçado com vidro duplo incolor com protecção 100% activa para o caso de ter uma protecção exterior tipo estore de lona muito transparente de cor amarela e cortina interior?

O cálculo do $g_{100\%}$ de acordo com o indicado na figura, é obtido através da fórmula (4) do ponto 2.3 do Anexo V do RCCTE:

$$g_{100\%} = g_{\perp v} \prod_i \frac{g_{\perp}'}{0,75} = 0,78 \times \frac{0,16}{0,75} \times \frac{0,46}{0,75} = 0,10$$

J.22 Qual é o factor solar do envidraçado com vidro simples colorido na massa de cor verde com protecção 100% activa para o caso de ter uma protecção exterior tipo persiana de réguas de madeira de cor creme?

Uma vez que a protecção exterior é opaca, o cálculo do $g_{100\%}$ de acordo com o indicado na questão J.17, é obtido directamente do Quadro V.4, pelo que o valor de $g_{100\%}$ é 0,05.

J.23 Qual é o factor solar do envidraçado com vidro simples reflectante colorido na massa de cor verde e com protecção 100% activa para o caso de ter uma protecção interior tipo portadas de madeira de cor escura

O cálculo do $g_{100\%}$ de acordo com o indicado na questão J.17, é obtido através da fórmula de cálculo (2) indicada no ponto 2.3 do Anexo V do RCCTE. Para efeitos de cálculo deverão ser consideradas as protecções solares existentes do lado exterior até ao interior e até à primeira protecção opaca (neste caso as portadas de madeira).

$$g_{100\%} = \frac{g_{\perp}'.g_{\perp v}}{0,85} = \frac{0,50 \times 0,50}{0,85} = 0,29$$

J.24 Num certificado ou declaração de conformidade regulamentar, que factor solar deverá ser indicado no campo 6?

Os valores a indicar no campo 6 da DCR, são: o valor máximo admissível para o factor solar dos vãos envidraçados (tirado do quadro IX.2 do RCCTE) e o factor solar com os dispositivos de sombreamento totalmente accionados ($g_{100\%}$).

Seguidamente apresenta-se um exemplo de preenchimento do campo 6 de uma DCR.

6. VÃOS ENVIDRAÇADOS

Descrição da(s) solução(ções) adoptada(s)*	Factor solar da solução	Factor solar máximo regulamentar
• Vão simples inserido na fachada Sul (quartos e sala de estar), em caixilharia metálica de correr com corte térmico, sem classificação de permabilidade ao ar, com vidro duplo colorido na massa de 5 mm + incolor de 6 mm (com lâmina de ar de 16 mm), protecção solar exterior compersianas de réguas plásticas de cor clara, com coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 2,5 W/m2.ºC.	0,07	0,56

*Nota: Apenas vãos envidraçados com área superior a 5% da área útil de pavimento do espaço que servem, não orientados a Norte e considerando o(s) respectivo(s) dispositivo(s) de protecção 100% activos (portadas, persianas, estores, cortinas, etc.)

J.25 Na existência de palas verticais ou horizontais não amovíveis que provoquem sombreamento total sobre o vão envidraçado no Verão, é possível contabilizar o efeito das mesmas no factor solar 100% activo?

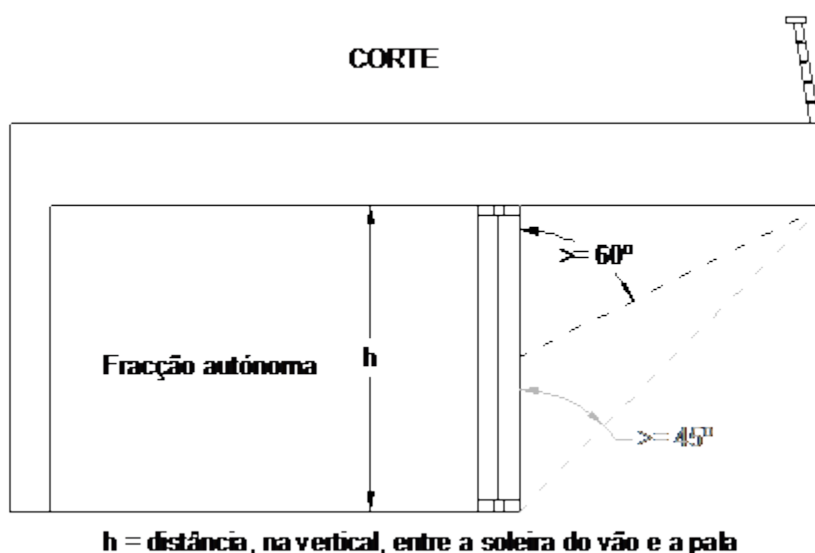
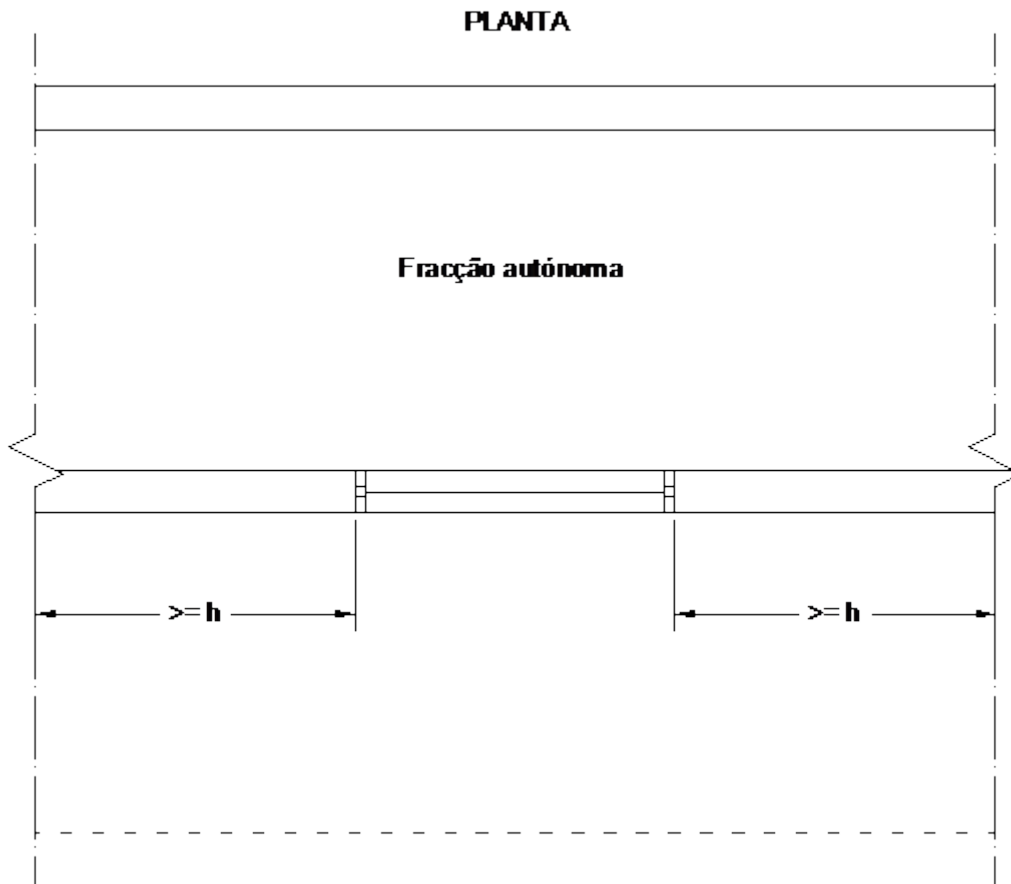
Embora os elementos fixos, como uma pala ou elemento equivalente, sejam tratados de forma diferenciada no DL 80/2006, não se encontrando contemplados no Quadro V.4, estes poderão ser tidos em conta para o cálculo do factor solar 100% activo, uma vez que contribuem para a redução da incidência solar.

Assim, sempre que o dispositivo provoque sombreamento total, e apenas nessas situações, o factor de sombreamento respectivo pode ser contabilizado, para efeitos de verificação dos requisitos mínimos, no factor solar com as protecções solares 100% activas ($g_{100\%}$) (esta metodologia deverá ser considerada apenas na verificação dos requisitos mínimos devendo o cálculo dos ganhos solares continuar a ser efectuado de acordo com o preconizado no RCCTE). Para que esta situação possa ser considerada, deve o projectista evidenciar que o dispositivo é um elemento fixo e que o mesmo garante sombreamento total do vão envidraçado durante a estação de arrefecimento.

Considera-se, por exemplo, que uma pala horizontal contínua, que se prolongue para além dos limites do vão envidraçado mais do que a distância, medida na vertical, entre a soleira do vão e a pala, e conduza a um ângulo de sombreamento superior a 60º, garante sombreamento total

durante a estação de arrefecimento (deverá ainda ser garantido que o ângulo de sombreamento relativamente à soleira do vão envidraçado seja superior a 45º).

Considere-se o seguinte exemplo: Um vão envidraçado, constituído por vidro duplo com factor solar de 0,78, sem quaisquer dispositivos móveis de protecção solar, localizado numa fracção autónoma de serviços em Lisboa, com inércia térmica média, orientado a Sul, conforme pode ser visualizado na fotografia seguinte:

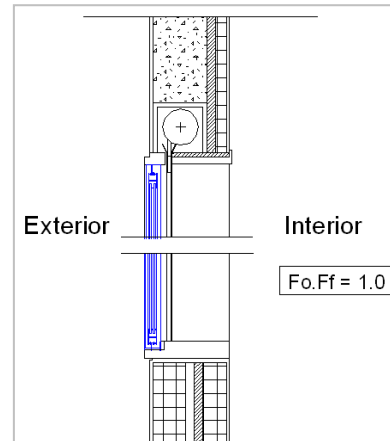
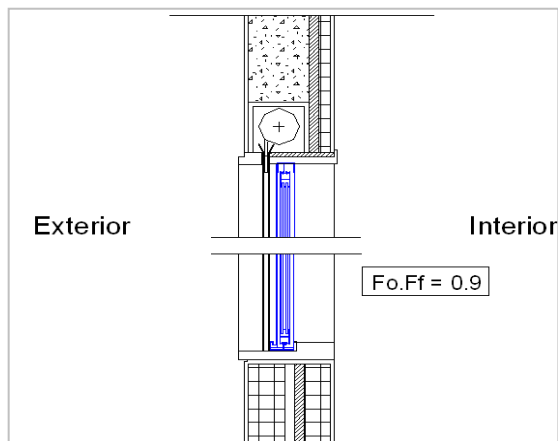
Sobre este vão existe uma pala horizontal contínua (que se prolonga para ambos os lados do vão envidraçado mais do que a distância, medida na vertical, entre a soleira do vão e a pala) que provoca um ângulo de sombreamento superior (ou igual) a 60º, verificando-se ainda que o ângulo de sombreamento relativamente à soleira do vão é superior (ou igual) a 45º.

Assim, poder-se-á considerar que esta pala provoca sombreamento total durante a estação de arrefecimento, e entrar com o valor de F_o no cálculo do factor solar do vidro para efeito de verificação dos requisitos mínimos regulamentares ($g_{100\%}$).

Recorrendo ao quadro V.1 do RCCTE, considerando a orientação Sul e o ângulo de sombreamento superior a 60º, obtém-se F_o = 0,52.

O valor de $g_{100\%}$ é obtido através da seguinte fórmula:

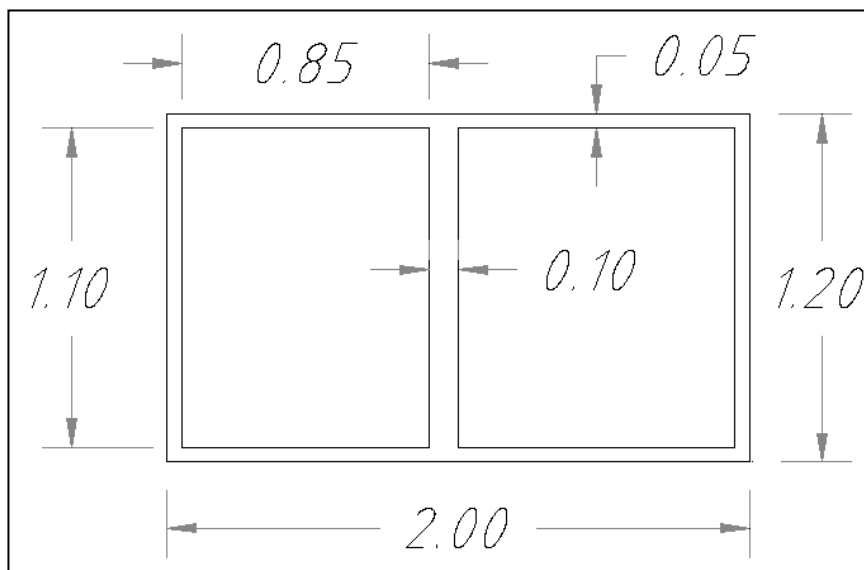
$$g_{100\%} = g_{\perp v} \times F_o = 0,78 \times 0,52 = 0,41 < 0,56$$

J.26 Sempre que um vidro é colocado à face, isto é, alinhado pelo face exterior da parede qual o valor a considerar para o produto de Fo.Ff?

Nos casos em que o vidro está alinhado pela face exterior da parede, não existe sombreamento no mesmo provocado pelo contorno do vão, pelo que o sombreamento deste não deve ser considerado, assim Fo.Ff deve tomar o valor de 1.

J.27 Como calcular a fracção envidraçada (F_g) de um vão envidraçado?

Caso 1: O projectista conhece as dimensões da caixilharia.

O projectista deverá fazer a relação entre a área envidraçada e a área total do vão envidraçado tal como o exemplo que se apresenta de seguida.

$$Fg = \frac{\text{área envidraçada (vidro)}}{\text{área total do vão envidraçado}}$$

$$Fg = \frac{0.85 \times 1.10 \times 2}{1.20 \times 2} = 0.78$$

Caso 2: O projectista não conhece as dimensões da caixilharia.

Neste caso deve-se recorrer aos valores típicos da fracção envidraçada para os diferentes tipos de caixilharia definidos no Quadro IV.5 do Anexo IV do DL 80/2006.

QUADRO IV.5

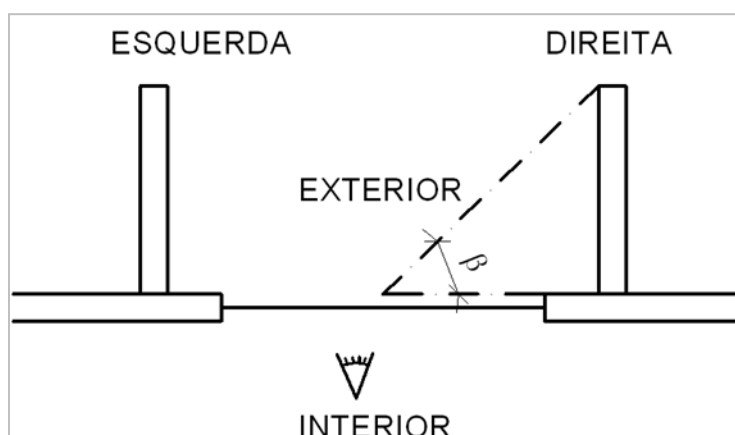
Fracção envidraçada para diferentes tipos de caixilharia

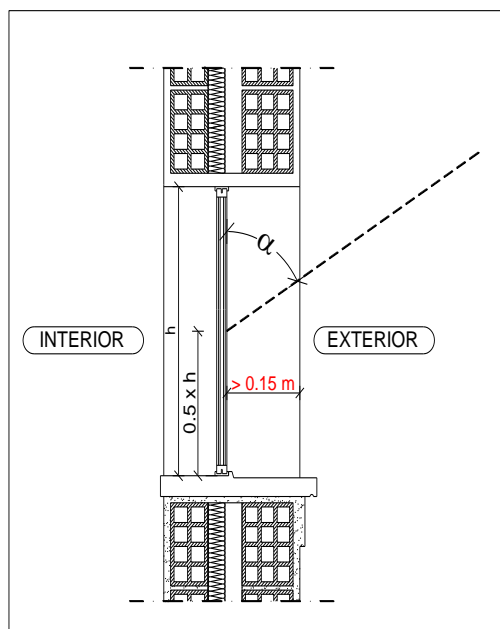
Tipo de caixilharia	F_g	
	Caixilho sem quadrícula	Caixilho com quadrícula
Janelas de alumínio ou aço	0,70	0,60
Janelas de madeira ou PVC	0,65	0,57
Fachadas-cortina de alumínio ou aço	0,90	

J.28 Como deve ser considerado o tijolo de vidro em termos de cálculo?

O tijolo de vidro deve ser considerado como vão envidraçado. Normalmente nestes casos não existem protecções, pelo que, deverá ser considerado um tipo de tijolo que respeite os factores solares máximos admissíveis. Estes valores podem ser encontrados em forma de tabelas em catálogos técnicos.

J.29 No cálculo do factor de sombreamento por elementos verticais (Ff) como se diferencia se a obstrução está à direita ou esquerda do envidraçado?

Para estes casos, o projectista deve considerar que está colocado no lado interior da fracção em análise conforme mostra a figura seguinte.

J.30 Como deve ser medido o ângulo para determinação dos factores de sombreamento?

O ângulo deve ser sempre medido ao centro do vão envidraçado.

J.31 No ponto 4.3.3 no Anexo IV do RCCTE é referido que "Caso não existam palas, para contabilizar o efeito de sombreamento do contorno do vão deve ser considerado o valor 0,9 para o produto Fo . Ff. E no caso de, ao considerar as palas existentes, se obter um valor para o produto Fo . Ff superior a 0,9?

Nesses casos o produto Fo . Ff poderá ser superior a 0.9.

J.32 Para efeito de determinação do U_{wdn} dos vãos envidraçados com base na consulta das tabelas do Anexo III do ITE50, como deverão ser classificados os dispositivos de oclusão nocturna / protecção solar constantes no quadro V.4 do RCCTE?

Apresenta-se de seguida um quadro resumo com os vários tipos de dispositivos de oclusão nocturna / protecção solar constantes no quadro V.4 do RCCTE com a indicação das respectivas classificações.

Protecção solar		Tipo de protecção
Protecções Exteriores		
Portada de madeira (opaca)		Baixa permeabilidade ao ar
Persiana	Réguas de madeira	Baixa permeabilidade ao ar
	Réguas metálicas ou plásticas	
Estore veneziano ou Portada de lâminas fixas (não opacas)	Lâminas de madeira	Permeabilidade ao ar elevada
	Lâminas Metálicas	
Estore de lona	Lona opaca	Permeabilidade ao ar elevada
	Lona pouco transparente	
	Lona muito transparente	
Protecções Interiores		
Estores de lâminas		Permeabilidade ao ar elevada
Cortinas	Opacas	Cortina interior opaca
	Ligeiramente transparente	Sem protecção
	Transparente	
	Muito transparente	
Portadas de madeira (opacas)		Baixa permeabilidade ao ar
Persianas de madeira		Baixa permeabilidade ao ar
Protecção entre dois vidros	Estore veneziano	Sem protecção
	Lâminas delgadas	
Protecção entre as duas caixilharias numa janela dupla	Estore veneziano	Permeabilidade ao ar elevada
	Lâminas delgadas	

K - Ventilação

K.1 Quais os elementos construtivos que, para efeitos do RCCTE, afectam a taxa de ventilação natural de um edifício?

Os elementos construtivos relevantes para o cálculo dos valores convencionais RPH de edifícios com sistemas de ventilação natural são:

- vãos envidraçadosda envolvente exterior, em particular a permeabilidade ao ar das respectivas caixilharias;
- A existência de caixas de estores da envolvente exterior quando montadas no interior das paredes;
- vedações nas portas de patamar ou exteriores;
- dispositivos de admissão de ar (grelhas auto-reguláveis ou não) na envolvente exterior, normalmente inseridas na caixilharia.

Estes elementos podem afectar o grau de estanquidade da envolvente e, consequentemente, a taxa de renovação de ar do espaço.

Na prática, e para estimar a taxa de renovação horária de ar de um edifício ou fracção autónoma, o RCCTE apresenta uma tabela de valores nominais em função da classe de exposição do espaço (que, por sua vez, depende da altura média da fracção autónoma acima do solo, da região onde se localiza e da rugosidade da zona), da existência ou não de dispositivos de admissão na fachada, da classe da caixilharia e da existência ou não de caixa de estore.

K.2 Para determinação da classe de exposição ao vento das fachadas de um edifício ou fracção autónoma, a altura acima do solo mede-se até que ponto da fachada?

A altura é medida do solo até ao ponto médio da fachada do edifício ou fracção autónoma.(para mais detalhes ver P&R K.11)

K.3 O que é um dispositivo de admissão de ar na fachada e o que são aberturas auto-reguláveis?

Um dispositivo de admissão de ar na fachada corresponde a aberturas existentes na mesma para que exista admissão de ar do exterior para o interior da fracção autónoma. Não são consideradas dispositivos de admissão de ar quaisquer aberturas normalmente fechadas (por exemplo, janelas) que exijam a intervenção humana para a sua abertura. Estes dispositivos podem ser auto-reguláveis, isto é, constituídos por dispositivos mecânicos capazes de assegurar um caudal de ar unidireccional que não varia mais do que 1,5 vezes, para diferenças de pressão entre 20 e 100 Pa.

K.4 Quais são os requisitos impostos pela NP1037-1 cujo cumprimento possibilita que a taxa de renovação horária de ar seja considerada, para fins de verificação regulamentar, como 0,6 renovações por hora?

A satisfação de todos os requisitos da **NP1037-1** deve ser evidenciada por projecto autónomo.

A título indicativo referem-se alguns dos requisitos dessa norma:

- existência de dispositivos auto-reguláveis de admissão de ar, nas fachadas dos edifícios, em todos os compartimentos principais;
- todas as portas que separam a zona interior do exterior ou de zonas "não úteis" devem estar vedadas em todo o seu perímetro.
- existência de dispositivos (como por exemplo grelhas ou frinchas) que assegurem a passagem de ar entre os compartimentos principais (salas, quartos, ...) e os de serviço (arrumos, lavandaria,...).
- aberturas ou tubos de extracção de ar, devidamente dimensionadas, nas zonas húmidas, arrumos, cozinhas, etc.;
- ausência de quaisquer meios mecânicos de insuflação ou de extracção de ar.

A existência de um exaustor na cozinha inviabiliza o cumprimento integral da norma e, consequentemente, impede a simplificação de se considerar o valor de 0,6 RPH para a renovação de ar da fracção autónoma em estudo.

K.5 A ventilação natural também é considerada na determinação das perdas de calor por renovação de ar em edifícios com ventilação mecânica?

Sim, a ventilação natural também é considerada quando, num edifício com ventilação mecânica, há equilíbrio (ou apenas um pequeno desequilíbrio) entre caudais insuflados e extraídos. Para que a ventilação natural possa ser desprezada é necessário que a diferença entre estes dois caudais seja superior a 0,1 RPH no caso de edifícios com exposição Exp. 1,

0,25 RPH no caso de edifícios com Exp. 2, e 0,5 RPH no caso de edifícios com Exp. 3 ou 4. Recomenda-se, portanto, que, nos edifícios com ventilação mecânica, haja uma pressurização ou despressurização suficiente para que a contribuição da ventilação natural possa ser minimizada e desprezada no cálculo das necessidades de aquecimento e de arrefecimento.

K.6 Ter um exaustor na cozinha significa que o edifício tem ventilação mecânica?

Não. No regulamento assume-se que, quando existe um exaustor de cozinha, o seu funcionamento é pontual e descontínuo, não constituindo um elemento que contribua significativamente para uma extracção permanente. Por isso, não deve ser considerado para efeitos de cálculo no RCCTE.

K.7 Na ventilação mecânica contabiliza-se o ventilador da casa de banho?

Um ventilador da casa de banho é contabilizado se corresponder a uma ventilação (extracção) permanente. Caso o ventilador funcione a tempo parcial significativo, deve também ser contabilizado, considerando a média do caudal ponderada durante as 24 horas do dia. Finalmente, caso o ventilador seja de funcionamento ocasional, por exemplo, quando só entre em funcionamento ao accionar o interruptor da iluminação, deve ser tratado de forma análoga ao exaustor de cozinha, isto é, despreza-se no cálculo.

K.8 Qual a vantagem de colocar um recuperador de calor no sistema de ventilação?

A vantagem de se colocar um recuperador é a redução das necessidades de energia, quer para aquecimento, quer para arrefecimento. Um sistema de recuperação de calor permite efectuar a permuta de calor entre o ar extraído do edifício ou fracção e o ar insuflado. Desta forma, o ar insuflado no compartimento será “pré-aquecido” ou “pré-arrefecido”, reduzindo-se o consumo de energia com o aquecimento e arrefecimento do ar no espaço útil até à temperatura pretendida.

A redução das necessidades de arrefecimento em Portugal é, no entanto, muito pequena e pode ser desprezada. A recuperação é particularmente útil durante a estação de aquecimento.

K.9 Quais são os factores a ter em conta na determinação da taxa de ventilação natural numa fracção autónoma?

Em todas as situações, devem ser sempre verificados TODOS os seguintes pontos. Recomenda-se a utilização de uma check-list com todos os pontos abaixo indicados, para garantir que nenhum é esquecido:

Distância à costa Atlântica ou altitude (Região A ou B)

a) Localização urbana, rural ou intermédia (Rugosidade)
b) Altura do ponto médio da fachada ao solo

Da conjugação destes três pontos resulta a definição do Grau de Exposição, após o que se consideram os seguintes factores (ver P&R K.1):

c) Classe de Permeabilidade ao Ar das caixilharias
d) Existência ou não de caixas de estore (excepto as exteriores)
e) Existência ou não de aberturas auto-reguláveis na envolvente
f) Vedação de portas exteriores e para zonas anexas não úteis
g) Percentagem de área de envidraçados relativamente à área útil de pavimento da fracção autónoma

Deve também ser verificado se a fracção cumpre integralmente os requisitos da NP-1037-1.

K.10 Em que situações se aplicam as notas de rodapé para cálculo da ventilação natural indicadas no quadro IV.1 do RCCTE?

A aplicação das notas de rodapé do quadro IV.1 do RCCTE depende das características de dispositivos de admissão de ar na fachada, da área de envidraçados e do nível de vedação das portas do edifício ou da fracção autónoma.

<u>Grelhas de admissão de ar (envolvente exterior)</u>

No caso de se instalarem grelhas reguláveis manualmente, uma vez que estas não permitem controlar a variação de caudal, as taxas de renovação indicadas no Quadro IV.1 (linha correspondente à existência de aberturas na envolvente) devem ser agravados de 0,10 RPH.

Se tivermos dispositivos de admissão de ar auto-reguláveis, então estes deverão ser devidamente certificados (em projecto deve estar devidamente explícito), de forma a garantirem

que não exista uma variação de caudal superior a 1,5 vezes para diferenças de pressão entre 20 Pa e 100 Pa. Sempre que tal não se verificar, os valores do Quadro IV.1 (linha correspondente à existência de aberturas na envolvente) devem ser agravados de 0,10 RPH.

Área de envidraçados (envolvente exterior)

Sempre que a área de envidraçados do edifício ou da fracção autónoma for superior a 15% da área útil de pavimento do mesmo edifício ou fracção autónoma, os valores do Quadro IV.1 devem ser agravados de 0,10 RPH.

Portas vedadas

Se todas as portas exteriores (ou para zona anexa não-útil) do edifício ou da fracção autónoma forem bem vedadas por aplicação de borrachas ou equivalente em todo o seu perímetro (incluindo a soleira), os valores do Quadro IV.1 devem ser diminuídos de 0,05 RPH.

K.11 Para a definição da classe de exposição ao vento das fachadas do edifício ou da fracção autónoma, de que forma é efectuada a determinação da altura h, indicada no quadro IV.2 do RCCTE?

Uma vez que a infiltração ocorre sobretudo pelos vãos envidraçados da envolvente exterior, a determinação da altura acima do solo *h*, deverá corresponder à altura média acima do solo ponderada com as áreas dos vãos envidraçados do edifício ou fracção autónoma em causa:

$$h_{\text{média}} = \frac{\sum_{i=1}^{\text{nº de vãos}} h_i A_i}{\sum_{i=1}^{\text{nº de vãos}} A_i}$$

Vão	Altura acima do solo do ponto médio do vão, h (m)	Área, A (m^2)	h x A
1	1,00	10,40	10,40
2	3,60	4,70	16,92
3	6,50	6,00	39,00
TOTAL		21,1	66,32
Altura média acima do solo (m)			3,14

No entanto, uma vez que os intervalos das "alturas acima do solo" que conduzem à classe de exposição são alargados (Quadro IV.2, pág. 2488 do RCCTE), recomenda-se, numa primeira aproximação, a seguinte simplificação: determinação da altura média da fachada acima do solo. Caso esta altura se aproxime dos limites dos intervalos definidos no Quadro IV.2 (10m, 18m e 28m), então deverá proceder-se de acordo com o estabelecido anteriormente.

K.12 De que forma a existência de caixas de estore na envolvente exterior influencia o valor regulamentar da taxa de renovação horária?

O valor da RPH é superior em 0,10 RPH quando existem caixas de estore na envolvente exterior, conforme indicado no Quadro IV.1 do anexo IV. Isto aplica-se a caixas de estore localizadas no interior da parede ou à face da mesma, possuindo uma das faces em contacto com o exterior e outra em contacto com o interior para que as infiltrações possam ocorrer, caso contrário não deverá ser contabilizada a penalização de 0,1 RPH.

K.13 Como se deverá calcular a taxa de renovação de ar por hora de um edifício ou fracção autónoma para o caso de existirem vãos envidraçados na envolvente exterior com estores e outros sem caixas de estore?

Para os casos em que se verifica a coexistência, na envolvente exterior, de vãos com caixa de estore e vãos sem caixa de estore, torna-se necessário ter em conta as áreas respectivas. Deve-se então efectuar a média ponderada da taxa de renovação horária com a área de vãos com caixa de estore e vãos sem a caixa de estore, como se exemplifica no quadro seguinte:

		RPH
Área com caixa de estore [m^2]	13,68	0,95
Área sem de caixa de estore [m^2]	7,00	0,85
Média Ponderada		0,92

K.14 Como se contabiliza o contributo da ventilação natural num sistema de ventilação mecânica?

O contributo da ventilação poderá ocorrer em maior ou menor grau. Despreza-se o seu contributo quando se verificarem as seguintes condições:

Classe de Exposição	$\frac{V_{ins} - V_{ev}}{V}$
Exp. 1	> 0,10 RPH
Exp. 2	> 0,25 RPH
Exp. 3 e 4	> 0,50 RPH

Nota: V_{ins} – Caudal insuflado; V_{ev} – Caudal extraído; V – Volume da fracção

Quando não se verificarem as condições acima indicadas, terá que se determinar uma taxa adicional V_x/V. O caudal adicional pode ser obtido através das expressões abaixo indicadas ou directamente do gráfico, o qual traduz o exposto no ponto 3.2.2 do Anexo IV (pág. 2488) do RCCTE.

Classe de exposição	Vx/V [quando $V_{ins} = V_{ev}$]	Vx/V [quando $V_{ins} \neq V_{ev}$]	
Exp. 1	0,30 h^{-1}	**se |Vins-Vev|/V≤0,10** 0,3 - 2x|Vins-Vev|/V	**se |Vins-Vev|/V>0,10** 0,0
Exp. 2	0,70 h^{-1}	**se |Vins-Vev|/V≤0,25** 0,7 - 2,4x|Vins-Vev|/V	**se |Vins-Vev|/V>0,25** 0,0
Exp. 3 e Exp. 4	1,10 h^{-1}	**se |Vins-Vev|/V≤0,50** 1,0 - 1,8x|Vins-Vev|/V	**se |Vins-Vev|/V>0,50** 0,0

K.15 Como se processa o cálculo para obtenção da renovação de ar no caso de ventilação mecânica com insuflação e extracção?

O desequilíbrio entre estes dois caudais tem influência na taxa adicional de ventilação natural que coexiste com a ventilação mecânica. Ou seja, por existir ventilação mecânica não deixa de existir ventilação natural.

Considere o seguinte exemplo:

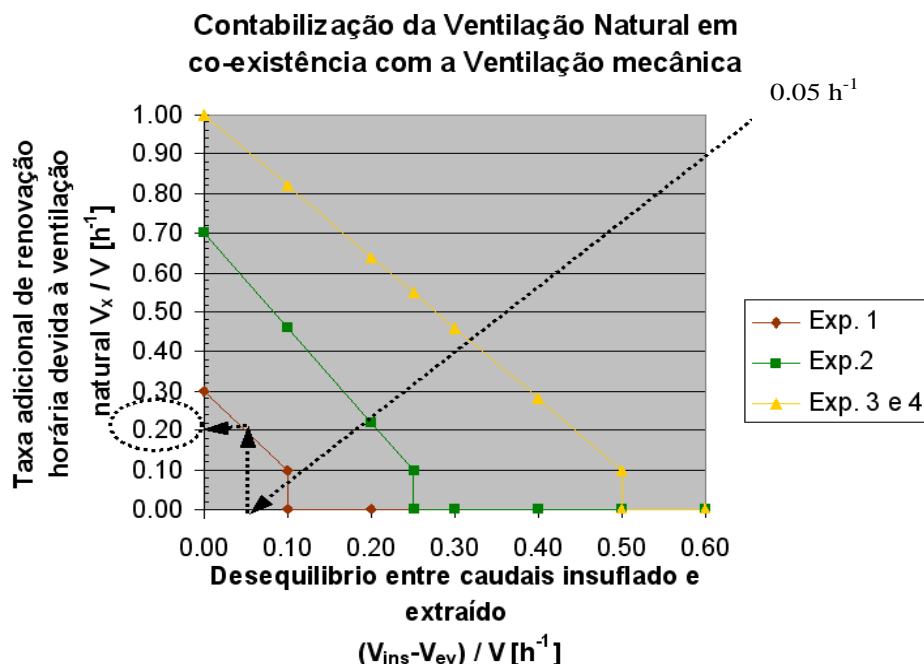
Caudal extraído V_{ev}	300 m^3/h.
Caudal insuflado V_{ins}	280 m^3/h.
Volume da fracção, V	319 m^3.

O cálculo das RPH é efectuado com base na seguinte fórmula:

$$RPH = \frac{V_f + V_x}{V}$$

Onde V_f corresponde ao maior dos dois caudais (insuflado ou extraído), neste caso o maior caudal é o extraído, 300 m^3/h. É necessário calcular o valor referente à contribuição da ventilação natural, V_x.

$$\frac{V_{ins} - V_{ev}}{V} = \frac{280 - 300}{319} = 0{,}05[h^{-1}]$$

Considerando que a fracção autónoma em estudo possui classe de exposição ao vento 1, obtém-se o seguinte valor de Vx, através do quadro apresentado na página seguinte:

Pelo quadro acima obtém-se para V_x/V=0,20.

Assim, o valor final de RPH é obtido da seguinte forma:

$$RPH = \frac{V_f + V_x}{V} \Leftrightarrow RPH = \frac{V_f}{V} + 0{,}20 \Leftrightarrow RPH = \frac{300}{319} + 0{,}20 = 1{,}14h^{-1}$$

K.16 Se, na situação anterior, o sistema de ventilação for simplesmente com extracção e não tiver insuflação, que alteração se verificaria no cálculo da renovação de ar?

Neste caso, o procedimento é idêntico ao descrito na situação anterior, mas com V_{ins}=0. O desequilíbrio de caudais entre a insuflação e a extracção coincide com o caudal total extraído.

K.17 Se a ventilação for assegurada por meios mecânicos providos de dispositivos de recuperação de calor, qual a metodologia a aplicar na determinação das perdas de calor devido à renovação do ar interior?

A existência de um recuperador (permutador) de calor, embora não diminuindo o valor da taxa de renovação horária nominal, conduz a uma redução do valor das perdas de calor associadas à ventilação. Esta recuperação do calor do ar extraído é possível com dispositivos adequados para o efeito, obrigando à existência simultânea de insuflação e extracção.

O aproveitamento de calor dependerá do rendimento do recuperador de calor e do menor dos caudais entre o ar insuflado e extraído.

Deste modo, a taxa de renovação horária para efeito de cálculo das perdas de calor deve ser calculada de acordo com a seguinte expressão:

$$\frac{\dot{V}_f + \dot{V}_x - \eta * \min\,(\dot{V}_{ins}; \dot{V}_{ev})}{V}$$

em que $\frac{\dot{V}_f+\dot{V}_x}{V}$ não pode ser inferior a 0,6 RPH.

Exemplo 1:

Moradia com classe de exposição 2;
Volume = 600 m^3;
Caudal insuflado = 150 m^3/h;
Caudal extraído = 250 m^3/h;
Rendimento,η, do recuperador de calor = 62 %.

<u>Resolução:</u>

$\frac{\dot{V}_f}{V} = \frac{250}{600} = 0{,}42\ \mathrm{h}^{-1}$;
$\frac{\dot{V}_x}{V} = 0{,}3\ \mathrm{h}^{-1}$;

Taxa de renovação horária nominal, $R_{ph}^{nominal}$:

$\mathrm{Rph}^{\mathrm{nominal}} = \frac{\dot{V}_f+\dot{V}_x}{V} = 0{,}72\ \mathrm{h}^{-1}\ (> \ 0{,}6\mathrm{h}^{-1})$;

Taxa de renovação para efeito de cálculo, $R_{ph}^{cálculo}$:

$$\mathrm{Rph}^{\mathrm{cálculo}} = \frac{\dot{V}_f + \dot{V}_x - \eta * \min\left(\dot{V}_{ins}; \dot{V}_{ev}\right)}{V}$$
$$= \mathrm{Rph}^{\mathrm{nominal}} - \frac{\eta * \min\left(\dot{V}_{ins}; \dot{V}_{ev}\right)}{V} = 0{,}72 - \frac{0{,}62 * 150}{600} = 0{,}56\mathrm{h}^{-1}$$

Exemplo 2:

Moradia com classe de exposição 2;
Volume = 600 m^3;
Caudal insuflado = 360 m^3/h;
Caudal extraído = 160 m^3/h;
Rendimento,η, do recuperador de calor = 62 %.

Resolução:

$\frac{\dot{V}_f}{V} = \frac{360}{600} = 0{,}60\ \mathrm{h}^{-1};$
$\frac{\dot{V}_x}{V} = 0{,}0\ \mathrm{h}^{-1};$

Taxa de renovação horária nominal, $R_{ph}^{nominal}$:

$$\mathrm{Rph}^{\mathrm{nominal}} = \frac{\dot{V}_f + \dot{V}_x}{V} = 0{,}60\ \mathrm{h}^{-1}\ (=\ 0{,}6\mathrm{h}^{-1});$$

Taxa de renovação para efeito de cálculo, $R_{ph}^{cálculo}$:

$$\mathrm{Rph}^{\mathrm{cálculo}} = \frac{\dot{V}_f + \dot{V}_x - \eta * \min(\dot{V}_{ins}; \dot{V}_{ev})}{V} = \mathrm{Rph}^{\mathrm{nominal}} - \frac{\eta * \min(\dot{V}_{ins}; \dot{V}_{ev})}{V}$$
$$= 0{,}6 - \frac{0{,}62 * 160}{600} = 0{,}43\mathrm{h}^{-1}$$

K.18 No caso da ventilação mecânica, a taxa de renovação nominal (RPH) usada para cálculo do Nic pode ser inferior a 0,6 RPH ?

Não, de acordo com ponto 3.2.2 do Anexo IV do RCCTE, mesmo nos casos em que a solução mecânica não assegure o mínimo de 0,6 RPH, este deve ser o valor considerado por defeito como taxa de renovação nominal para efeitos de cálculo regulamentar.

Numa perspectiva de boas práticas, para salvaguarda da qualidade do ar interior nos edifícios, os sistemas de ventilação mecânica deverão garantir, de facto, uma taxa de renovação nominal do ar de pelo menos 0,6RPH.

Considere o seguinte exemplo: Moradia localizada na periferia de Macedo de Cavaleiros, a uma altitude de 510 m, orientada nos quadrantes NO, NE, SE e SO, constituída por três pisos, com um pé-direito de 2,6 m.

- Piso 1 – 3 quartos, 2 instalações sanitárias e 1 suite. Com uma área útil de pavimento de 83 m^2.
- Piso 0 – Sala, cozinha, instalação sanitária, com área útil de pavimento de 90 m^2.
- Cave – Garagem e lavandaria, semi-enterrada, cujas áreas de pavimento são de, respectivamente, 40 m^2 e 6 m^2.

A moradia dispõe de ventilação mecânica com as seguintes características:

- Na garagem através de um ventilador ligado em contínuo, para extracção de ar sendo o caudal extraído de 100 m^3/h (a admissão é feita a partir das frinchas da porta da própria garagem, que são muito significativas).
- Nas instalações sanitárias, através de ventax com extracção de ar em contínuo de 45 m^3/h em cada uma das 4 I.S
- Um exaustor na cozinha com uma extracção, quando ligado, de 280 m^3/h.

O valor da taxa de renovação proporcionada pela ventilação mecânica é calculado da seguinte forma:

Ventilação mecânica:

Volume = A_{pav} x h = (83 + 90) x 2,6 = 450 m^3

V_{ext} = Caudal de extracção = (3 + 1) x 45 = 180 m^3/h

V_{ins} = Caudal de insuflação = 0 m^3/h

$$\frac{|V_{ins} - V_{ext}|}{V} = \frac{180}{450} = 0{,}40h^{-1}$$

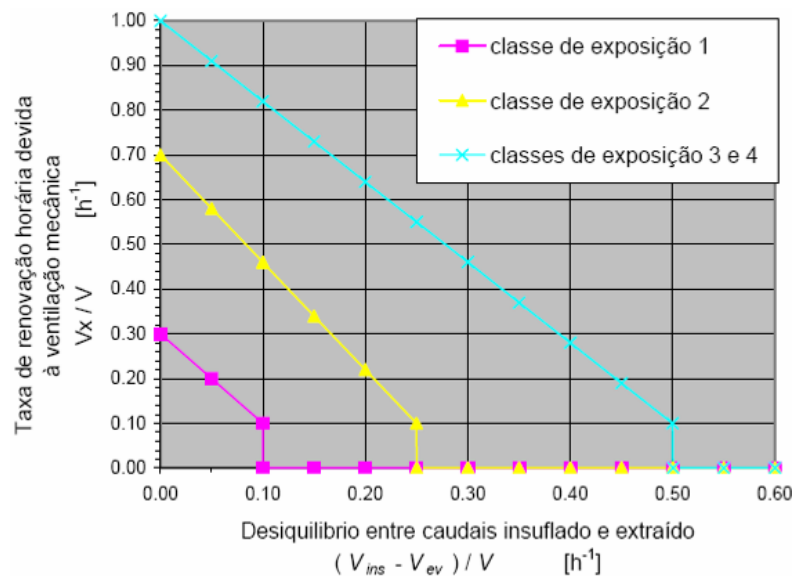
O caudal de extracção do exaustor da cozinha não é contabilizado, uma vez que o seu funcionamento é pontual.

Verificar se há ou não infiltrações a quantificar:

Altura acima do solo < 10m;
Região A
Rugosidade II

} Classe de Exposição II

Caudal de infiltrações é desprezável porque:

$$\frac{|V_{ins} - V_{ext}|}{V} = 0{,}40h^{-1} > 0{,}25h^{-1}$$, ou seja, $V_x/V = 0$ m^3/h;

Desta forma, o valor obtido para a renovação de ar é de 0,4 RPH, pelo que o valor a considerar para efeitos de cálculo regulamentar deve ser de 0,6 RPH.

K.19 Nas notas de rodapé para o cálculo da ventilação natural indicada no quadro IV.1 do RCCTE, no ponto 3, também se poderão considerar as janelas bem vedadas para além das portas bem vedadas?

Não, apenas é considerada a vedação das portas exteriores e portas para zonas anexas não úteis. A vedação das janelas é contabilizada na classificação da caixilharia dos vãos envidraçados.

K.20 No caso de uma fracção autónoma inserida num edifício multifamiliar com uma potência de climatização instalada inferior a 25 kW, a qual dispõe de um sistema de ventilação mecânica a actuar em contínuo durante 8 h e o restante tempo a funcionar com ventilação natural, como deverá ser considerada a ventilação para este caso?

Para os casos de ventilação intermitente, como o descrito, deverão ser determinadas as taxas de renovação nominal para cada período de funcionamento e efectuar uma média ponderada em função do período de funcionamento de cada um dos sistemas de ventilação.

Considere-se o seguinte exemplo:

Para uma fracção autónoma inserida no 5º piso de um edifício de habitação multifamiliar localizado no centro de uma zona urbana em Portugal abaixo de 600 m de altitude, com um volume útil de 250 m^3, e que possui 2 ventiladores (extracção total de 150 m^3/h) que funcionam

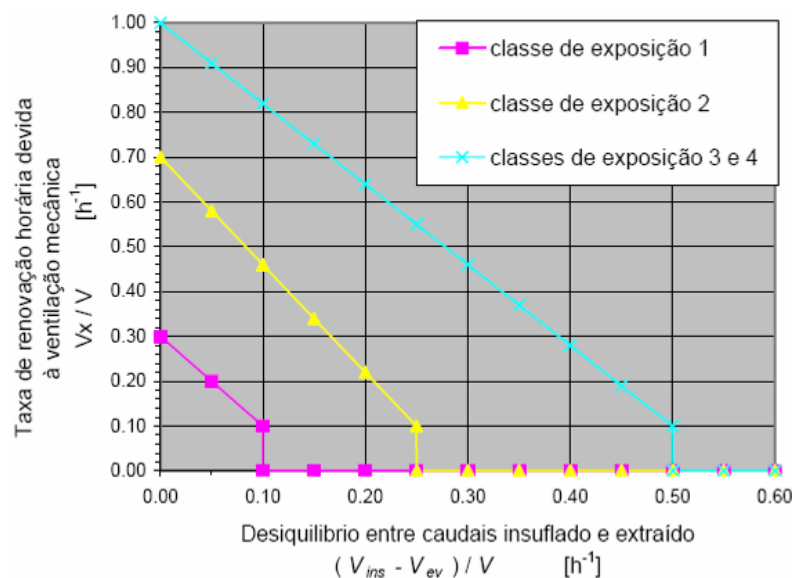
8 horas em contínuo, e no restante período de tempo encontram-se parados, qual o valor de RPH?

Período de Ventilação Mecânica (8 horas)

$$\frac{V_f}{V} = \frac{150}{250} = 0{,}6h^{-1}$$

Influência da componente de ventilação natural

Altura acima do solo – 4 x 3 + 1 x 1,5 = 13,5 m

Região A – Classe de Exposição 1

$$\frac{V_x}{V} = 0h^{-1} \Rightarrow RPH = \frac{V_f + V_x}{V} = 0{,}6h^{-1}$$

Período de Ventilação Natural (16 h)

Classe de Exposição 1, sem dispositivos de admissão na fachada, com caixa de estore e uma caixilharia de classe 1, obtemos um valor de RPH de 0,95.

Valor final de RPH (média ponderada)

$$RPH = \frac{0{,}6 \times 8 + 0{,}95 \times 16}{24} = 0{,}83h^{-1}$$

K.21 Havendo ventiladores de extracção nos espaços não úteis, estes devem ser contabilizados para efeitos da determinação do valor de RPH da fracção?

Sermpre que o ar extraído provenha dos espaços úteis, estes caudais devem ser contabilizados no cálculo de RPH.

L - Águas quentes sanitárias

L.1 É mesmo necessário contabilizar, no âmbito do novo RCCTE, as necessidades de energia para preparação de Águas Quentes Sanitárias (AQS)?

Sim, quer se trate de edifícios residenciais, quer se trate de edifícios de serviços, é sempre necessário contabilizar a energia necessária à produção de AQS, já que esta é, geralmente, a componente mais significativa dos consumos energéticos de um edifício de habitação. No entanto, no caso de um edifício ou fracção autónoma de serviços que se encontre no âmbito deste regulamento e desde que devidamente justificado e aceite pela entidade licenciadora, poderá ser considerada a não existência de AQS e, por consequência, do correspondente consumo de energia.

L.2 Qual o peso do consumo energético associado à preparação de águas quentes sanitárias no consumo global de energia numa habitação?

O peso do consumo energético associado à preparação de AQS é muito elevado, podendo mesmo ultrapassar 50% do consumo global de energia de uma habitação.

L.3 Como pode ser determinada a eficiência dos sistemas de produção de AQS?

A eficiência de um sistema de produção de AQS resulta da razão entre a energia fornecida por esse sistema (energia útil) e a energia por ele consumida (energia final), expressa geralmente em percentagem. Na prática, valores de eficiência podem ser encontrados nas fichas técnicas que devem acompanhar os equipamentos de preparação de AQS com marca CE comercializados em Portugal, valores esses que resultam de ensaios realizados com base em normas internacionais aplicáveis.

A eficiência que é pertinente é a “média sazonal”, não a correspondente ao funcionamento do equipamento em regime permanente a plena potência. Em termos convencionais, isto traduz-se pela avaliação da eficiência a 30% de carga nominal, devendo ser este o valor adoptado no RCCTE.

Na ausência de informação mais precisa sobre o rendimento de um sistema, o RCCTE define, para efeitos de cálculo, valores de eficiência média anual de referência (η_a) para alguns sistemas convencionais mais comuns, conforme indicado de seguinte:

Sistemas convencionais de preparação de águas quentes sanitárias		Eficiência de conversão (η_a)
Termoacumulador eléctrico	com pelo menos 100 mm de isolamento térmico	0,95
	com 50 a 100 mm de isolamento térmico	0,90
	com menos de 50 mm de isolamento térmico	0,80
Termoacumulador a gás	com pelo menos 100 mm de isolamento térmico	0,80
	com 50 a 100 mm de isolamento térmico	0,75
	com menos de 50 mm de isolamento térmico	0,70
Caldeira mural com acumulação	com pelo menos 100 mm de isolamento térmico	0,87
	com 50 a 100 mm de isolamento térmico	0,82
	com menos de 50 mm de isolamento térmico	0,65
Esquentador a gás		0,50

Nos casos em que a tubagem interior de distribuição de água quente ao edifício ou fracção autónoma não disponha de isolamento com espessura de, pelo menos, 10 mm, os valores de eficiência deverão ser diminuídos de 0,10.

Caso não esteja definido, em projecto, o sistema de preparação das AQS, considera-se que a fracção autónoma vai dispor de um termoacumulador eléctrico com 50 mm de isolamento térmico (η_a = 0,90) em edifícios sem alimentação de gás, ou um esquentador a gás natural ou GPL (η_a = 0,50) quando estiver previsto o respectivo abastecimento. Desta forma, e ao considerar uma situação geralmente penalizadora do desempenho energético do edifício, o regulamento procura incentivar uma definição do tipo e características deste tipo de sistemas, o mais cedo possível no desenvolvimento do projecto.

L.4 Um equipamento para preparação de AQS ou climatização sem marcação CE é regulamentar?

Não. Nenhum equipamento sem marcação CE pode ser comercializado em Portugal.

L.5 O que distingue uma caldeira de um esquentador?

Para efeitos do RCCTE, designa-se por caldeira um equipamento de preparação de AQS que possua, para além de outros dispositivos, um regulador de temperatura de saída da água. Se não houver controle de temperatura na saída da água quente, para o RCCTE, o equipamento é classificado como sendo um esquentador, mesmo que, comercialmente, tenha outra designação.

L.6 Caso o perito qualificado venha a verificar que o equipamento de preparação de AQS efectivamente instalado tem características diferentes do que as previstas em projecto aquando da emissão da declaração de conformidade regulamentar, como deve proceder?

O perito deverá solicitar a instalação do equipamento previsto em projecto ou, caso o proprietário não o faça, solicitar ao projectista que efectue uma adenda ao projecto de modo a contemplar o equipamento que se encontra efectivamente instalado e que refaça os cálculos para determinação das necessidades nominais para preparação de AQS e das necessidades globais de energia primária. Só na posse dessa adenda e após confirmar que o projecto alterado verifica o regulamento, o perito poderá emitir o certificado para o edifício e facultar este elemento ao promotor ou proprietário para este incluir na documentação para pedido da licença de utilização.

L.7 No caso da utilização de caldeira para AQS, qual o valor de rendimento que deve ser retirado das características técnicas do equipamento e utilizado para estudo do cumprimento regulamentar?

Quando se pretende caracterizar um equipamento, é necessário utilizar valores credíveis fornecidos pelos fabricantes com base na normalização e legislação vigente. Por exemplo, no caso de uma caldeira mural, poder-se-á consultar a ficha técnica do equipamento e daí retirar o valor do rendimento da potência nominal e à carga parcial que se considera correspondente a um funcionamento a 30% da carga máxima.

Não esquecer que, ao usar, como solução de recurso, os valores indicados por defeito no RCCTE para as tipologias mais comuns de equipamentos para preparação de AQS, estar-se-á a subavaliar o desempenho real do equipamento, pelo que se recomenda a utilização de valores reais de eficiência obtidos por ensaio e referidos nos catálogos.

L.8 Se em projecto estiver prevista a instalação de uma caldeira de 22,5 kW mas só houver, em catálogo, um modelo de 26 kW para instalação, isto implica que o edifício esteja também no âmbito do RSECE?

Desde que devidamente justificada por limitações ou condicionantes relacionadas com a gama de equipamentos de climatização disponíveis no mercado, a instalação de uma potência de climatização ligeiramente superior ao limite de 25 kW não implica que o edifício passe também para o âmbito do D.L. 79/2006 (RSECE). Refira-se que o valor da potência de climatização não é utilizado no cálculo das necessidades energéticas do edifício. No entanto, chama-se a atenção que, no mercado, há muitas unidades com potência adequada e inferior a 25 kW, pelo

que se sugere a especificação e instalação de modelos que satisfaçam estritamente o limite indicado no RCCTE e no RSECE (25 kW).

L.9 Que condições devem ser respeitadas para que a contribuição do sistema de colectores possa ser efectivamente contabilizada (ou deduzida) do cálculo das necessidades de aquecimento das AQS?

Para que a contribuição dos sistemas solares na preparação de AQS (E_{solar}) possa ser considerada para fins de cálculo no RCCTE, devem ser verificadas algumas condições que procuram assegurar a qualidade dos equipamentos e da instalação e manutenção de todo o sistema, nomeadamente:

- os sistemas ou equipamentos devem ser certificados, ou seja, devem ostentar a marca Certif (www.certif.pt) ou a marca Solar Keymark (www.estif.org/solarkeymark), sendo observado tal requisito pela apresentação do Certificado com as marcas indicadas;
- a instalação deverá ser realizada por um técnico acreditado, sendo verificado através da exibição do Certificado de Aptidão Profissional (CAP) de Técnico Instalador de Sistemas Solares Térmicos, emitido pela Direcção Geral de Energia e Geologia (DGEG), de acordo com a Portaria nº 1451/2004, de 26 de Novembro de 2004;
- o sistema deverá dispor de uma garantia de manutenção por um período mínimo de 6 anos após a instalação, comprovado através da apresentação de um Contrato de Manutenção válido pelo período indicado.

certif

LICENCE TO USE KEYMARK

MINISTÉRIO DA ECONOMIA E INOVAÇÃO MINISTÉRIO DA SEGURANÇA SOCIAL E DO TRABALHO

SNCP

SISTEMA NACIONAL DE CERTIFICAÇÃO PROFISSIONAL

CERTIFICADO DE APTIDÃO PROFISSIONAL

Certifica-se que ______ nascido em __-__-____, natural de ______, portador do Bilhete de Identidade nº ______ emitido pelo Arquivo de Identificação de ______, em __-__-____, possui as competências necessárias ao exercício da profissão de Técnico Instalador de Sistemas Solares Térmicos de acordo com o definido no correspondente perfil profissional.

Direcção Geral de Geologia e Energia

Direcção-Geral de Geologia e Energia, entidade certificadora competente para a certificação profissional dos Técnicos Instaladores de Sistemas Solares Térmicos, conforme Portaria nº ______ de ______.

______ de ______ de ______

O ______

______
(Assinatura)

Certificado Nº ______ Válido até __-__-____

Todas estas condições devem ser verificadas cumulativamente para que a energia captada pelos colectores solares térmicos possa ser contabilizada. Se alguma não se verificar, a parcela E_{solar} na fórmula de cálculo das N_{ac} deverá ser zero, mesmo com um sistema solar instalado. No site www.aguaquentesolar.com poderá encontrar listas de equipamento certificado e de instaladores acreditados, assim como outra informação de utilidade neste âmbito.

L.10 No factor E_{ren} apenas entra a energia ou fracção de energia gerada por sistemas de energias renováveis para preparação de AQS (excluindo climatização)?

O factor E_{ren} faz parte da fórmula utilizada na determinação das necessidades de energia para preparação de águas quentes sanitárias (AQS) e corresponde à contribuição de quaisquer outras formas de energias renováveis, para além da energia solar térmica, para preparação de AQS (por exemplo, biomassa - caldeira a lenha), outras renováveis captadas no edifício que substituam os colectores solares (por exemplo, fotovoltaica ou geotérmica), mesmo que utilizadas para outro qualquer fim ou até quando exportadas para o exterior, bem como de quaisquer formas de recuperação de calor de equipamentos ou de fluidos residuais (excepto no ar de renovação, que tem método próprio de contabilização no RCCTE).

No entanto, se for usada energia renovável para aquecimento ou para arrefecimento no edifício, em vez de a contabilizar no termo Eren, ela deve ser contabilizada dividindo o Nic (ou Nvc) numa fracção renovável e noutra não-renovável, aplicando depois, no cálculo da Energia Primária (Ntc), um factor Fpui=0 na conversão do Nic (ou Nvc) renovável.

L.11 Qual o número de ocupantes a considerar numa habitação cuja tipologia é T3?

O número convencional de ocupantes a considerar para uma habitação com a tipologia T3 é de 4 ocupantes (n+1).

L.12 Onde posso encontrar as eficiências médias dos equipamentos de climatização ou de produção de AQS?

A melhor fonte desta informação é dos próprios fabricantes e respectivos catálogos. No entanto, para equipamentos de climatização de pequena e média potência, a EUROVENT tem uma base de dados onde estão disponíveis as características de desempenho da maioria dos

equipamentos colocados no mercado europeu na última década. A consulta poderá ser efectuada através do "site" www.eurovent-certification.com .

Para sistemas de AQS não há informação disponível semelhante à que existe para os sistemas de climatização. No entanto poderão consultar dois "sites" com interesse, nomeadamente, www.boilersinfo.org/site.htm e www.boilers.org.uk, em que neste último existe alguma informação relativa ao rendimento sazonal de algumas caldeiras de condensação.

L.13 Um edifício residencial tem um sistema de colectores solares para produção de águas quentes sanitárias e, simultaneamente, quando necessário, produção de água quente para aquecimento. A energia colectada pelo sistema de colectores solares para ambas as situações apresentadas pode ser imputada no cálculo do Nac, na parcela que diz respeito ao Esolar?

Quando houver um sistema de colectores solares para a produção de AQS e água quente para outros fins (ex.: climatização ambiente), deve-se observar (através dos resultados obtidos do Solterm) a contribuição do sistema de colectores solares para as AQS e esse deve ser o valor a ser contemplado para a determinação do Nac.

Como existe sempre associado a um sistema de colectores solares um sistema/equipamento de apoio, que tem um determinado rendimento, deve-se usar esse rendimento para a determinação do Nac (associado ao sistema não convencional) e para a determinação do Ntc (associado à parcela correspondente ao Nic).

A contribuição do sistema de colectores solares para a aquecimento, devidamente calculada e justificada, poderá ser contabilizada dividindo o Nic numa fracção renovável e noutra não-renovável, aplicando depois, no cálculo da Energia Primária (Ntc), um factor Fpui=0 na conversão do Nic renovável.

L.14 Se existir uma caldeira a biomassa para a produção de águas quentes para climatização e um sistema de colectores solares para a produção de AQS, a contribuição da caldeira pode ser imputada no E_{ren}, sendo a contribuição do sistema de colectores solares imputado no E_{solar}?

A contribuição da fonte renovável associada à caldeira a biomasssa não deverá ser contabilizada no Eren, pois este encontra-se associado à determinação do Nac (produção de AQS apenas). Ver questão L10 para situações de excepção.

A contribuição caldeira a biomassa para aquecimento, devidamente calculada e justificada, deve ser contabilizada no cálculo da Energia Primária (Ntc), aplicando um factor Fpui=0 na conversão do Nic para Ntc.

L.15 Pode o Nac tomar um valor negativo?

Não. Apenas nas situações em que tal aconteça, deverá adoptar a seguinte variação da fórmula de cálculo do Nac.

$$N_{ac} = \left(\frac{Q_a - E_{solar} - E_{ren}}{\eta_a} \right) \Big/ A_p$$

Para melhor demonstrar esta situação, considere o seguinte exemplo de uma habitação unifamiliar de tipologia T3, com uma área de pavimento de 160 m^2, que utiliza uma Bomba de Calor Eléctrica de COP = 2 para AQS, e um sistema solar certificado cujo E_{solar} = 2336 kWh/ano e o isolamento da tubagem de distribuição de água de 10 mm.

De acordo com o preconizado no ponto 1 do Anexo VI do DL80/2006, o cálculo de Nac, deverá ser feito da seguinte forma:

$$Q_a = \frac{(M_{AQS} \times 4187 \times \Delta T \times n_d)}{3600000} \Longrightarrow Q_a = \frac{4 \times 40 \times 4187 \times 45 \times 365}{3600000} = 3057 \text{ kWh.ano}^{-1}$$

$$N_{ac} = \frac{\left(\frac{Q_a}{\eta_a} \right) - E_{solar} - E_{ren}}{Ap} \Longrightarrow N_{ac} = \frac{\frac{3057}{2} - 2336 - 0}{160} = -5{,}05 \text{ kWh.ano}^{-1}.\text{m}^{-2}$$

Uma vez que o Nac não pode ser negativo e não reflecte a realidade, toda a água que não for aquecida pelo sistema solar será aquecida pela bomba de calor, com um consumo eléctrico mais baixo. Desta forma, o procedimento de cálculo deverá ser o seguinte:

$$N_{ac} = \left(\frac{Q_a - E_{solar} - E_{ren}}{\eta_a} \right) \Big/ A_p \Longrightarrow N_{ac} = \frac{\frac{(3056{,}51 - 2336 - 0)}{2}}{160} = 2{,}25 \text{ kWh.ano}^{-1}.\text{m}^{-2}$$

Para os casos em que o cálculo de Nac toma valores negativos deverá aplicar-se a fórmula acima enunciada.

L.16 Nas peças escritas e desenhadas de um processo RCCTE não existe qualquer referência ao isolamento das tubagens de distribuição de AQS. Nesses casos, o que deve o PQ verificar no cálculo do Nac?

Não sendo especificado o isolamento da rede de tubagem de distribuição de AQS, o valor da eficiência do respectivo sistema de produção deve ser diminuído de 0,10, conforme previsto no ponto 3 do Anexo VI do D.L. 80/2006. Todos os casos em que, por ausência de informação explícita ou por não ter sido aplicado em obra, não exista um mínimo de 10 mm de isolamento previsto ou instalado, deve ser aplicada ser considerada essa penalização.

L.17 No caso de edifícios de serviços abrangidos pelo RCCTE, como posso estimar o consumo de água quente sanitária (AQS)?

De acordo com n.º 2.1 do Anexo VI do RCCTE, admite-se que o consumo total diário (M_{aqs}) de edifícios de serviços é de 100 l. Todavia, são aceites outros valores (incluindo o valor nulo) devidamente justificados pelo projectista e aceites pela entidade licenciadora. Neste sentido e na ausência de informação específica para o edifício em estudo, poderá o projectista considerar os seguintes valores para determinação do consumo médio diário de referência (M_{aqs}), baseados no “Código Técnico de la Edificación (CTE)” e na norma UNE 94002:2005 “Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda energética”:

Tipologia do espaço	Consumo diário de referência a 60ºC
Hospital e clínica	55 l/cama
Hotel ****	70 l/cama
Hotel ***	55 l/cama
Hotel/Residêncial **	40 l/cama
Residêncial/Pensão *	35 l/cama
Campismo	40 l/lugar
Lar de idosos ou estudantes	55 l/cama
Escola	3 l/aluno (só refeição)
Quartel	20 l/pessoa
Fábrica ou oficina	15 l/pessoa
Escritório	3 l/pessoa
Ginásio	20~25 l/pessoa
Lavandaria	3~5 l/kg roupa
Restaurante	5~10 l/refeição
Cafetaria	1 l/pequeno almoço

L.18 Como pode ser determinada a eficiência dos sistemas de produção de AQS?

A eficiência de um sistema de produção de AQS resulta da razão entre a energia fornecida por esse sistema (energia útil) e a energia por ele consumida (energia final), expressa geralmente em percentagem. Na prática, valores de eficiência podem ser encontrados nas fichas técnicas que devem acompanhar os equipamentos de preparação de AQS com marca CE comercializados em Portugal, valores esses que resultam de ensaios realizados com base em normas internacionais aplicáveis.

A eficiência a utilizar será a 30% de carga nominal,

Caso não seja apresentada a eficiência nominal na ficha técnica do equipamento, mas apenas o consumo do combustível, este valor pode ser obtido através da seguinte expressão:

$$\eta_a = \frac{Q}{m \times PCI}$$

com: η_a = Eficiência de conversão

Q = Potência útil do equipamento (kW)

m = Consumo de combustível (m^3/h ou kg/h)

PCI = Poder Calorífico Inferior (kWh/m^3 ou kWh/kg)

O PCI normalmente encontra-se tabelado pelos fornecedores do combustível, mas poderão ser utilizados os valores típicos para o gasóleo de aquecimento e para os gases mais vulgares sugeridos pelo programa SolTerm:

- Gasóleo (de aquecimento) = 12,7 kWh/kg
- Gás propano = 13,2 kWh/kg
- Gás butano = 12,2 kWh/m^3
- Gás natural = 10,5 kWh/m^3

Considere como exemplo uma caldeira alimentada a gás natural, que apresenta uma potência útil de 22,6 kW e um consumo de 2,7 m3/h. A eficiência será igual a:

$$\eta_a = \frac{22,6}{2,7 \times 10,5} = 0,797$$

Na ausência de informação mais precisa sobre o rendimento de um sistema, o RCCTE define, para efeitos de cálculo, valores de eficiência média anual de referência (η_a) para alguns sistemas convencionais mais comuns, conforme indicado de seguinte:

Sistemas convencionais de preparação de águas quentes sanitárias		Eficiência de conversão (η_a)
Termoacumulador eléctrico	com pelo menos 100 mm de isolamento térmico	0,95
	com 50 a 100 mm de isolamento térmico	0,90
	com menos de 50 mm de isolamento térmico	0,80
Termoacumulador a gás	com pelo menos 100 mm de isolamento térmico	0,80
	com 50 a 100 mm de isolamento térmico	0,75
	com menos de 50 mm de isolamento térmico	0,70
Caldeira mural com acumulação	com pelo menos 100 mm de isolamento térmico	0,87
	com 50 a 100 mm de isolamento térmico	0,82
	com menos de 50 mm de isolamento térmico	0,65
Esquentador a gás		0,50

Nos casos em que a tubagem interior de distribuição de água quente ao edifício ou fracção autónoma não disponha de isolamento com espessura de, pelo menos, 10 mm, os valores de eficiência deverão ser diminuídos de 0,10.

Caso não esteja definido, em projecto, o sistema de preparação das AQS, considera-se que a fracção autónoma vai dispor de um termoacumulador eléctrico com 50 mm de isolamento térmico (η_a = 0,90) em edifícios sem alimentação de gás, ou um esquentador a gás natural ou GPL (η_a = 0,50) quando estiver previsto o respectivo abastecimento. Desta forma, e ao considerar uma situação geralmente penalizadora do desempenho energético do edifício, o regulamento procura incentivar uma definição do tipo e características deste tipo de sistemas, o mais cedo possível no desenvolvimento do projecto.

L.19 Para efeitos de cálculo do número de ocupantes, como deverá ser contabilizada a existência de um escritório ou outro compartimento de habitação similar (p.e. biblioteca, 2ª sala, estúdio) num projecto de arquitectura de uma fracção autónoma residencial?

Um escritório ou outro compartimento de habitação similar numa FA residencial deve ser tratado como mais um quarto e, portanto, contabilizado da forma habitual na designação Tn, em que n é o número de quartos + escritórios.

Portanto, o número de ocupantes a considerar deverá ser n+1.

L.20 Como tratar os casos de fracções designadas por Tn+1 para efeito de determinação do número de ocupantes necessário ao RCCTE ?

A designação Tn+1 refere-se a uma habitação com n quartos mais um espaço interior ou com dimensões muito reduzidas (< 9 m^2), não destinado a ocupação permanente. Para efeitos de determinação de requisitos de AQS, deve ser tratado como uma habitação Tn.

Considere o seguinte exemplo: pretende-se emitir uma Declaração de Conformidade Regulamentar para um apartamento com a tipologia T2+1. Neste caso deverão ser considerados 3 ocupantes para efeitos de contabilização do consumo médio diário de referência para um T2.

L.21 Como se deve contabilizar o valor de Na e Nac de uma fracção de serviços sem consumo de AQS?

Para este caso deverá considerar nulo o valor de Na e Nac.

L.22 Na quantificação da espessura mínima de isolamento térmico da rede de distribuição de água quente interna à fracção, como poderá ser determinada a resistência térmica de referência da tubagem?

Para a determinação da resistência térmica de referência da tubagem, deve ser considerada uma condutibilidade térmica de 0,040 W/m.ºC, o que equivale a uma resistência térmica de 0,25 m^2.ºC/W, considerando uma espessura de isolamento térmico de 10mm. Se forem utilizados isolamentos com condutibilidade térmica diferente, a espessura deve ser corrigida na proporção directa do respectivo λ, em relação ao valor de referência atrás indicado.

L.23 Para efeitos de cálculo do Nac, como deverá ser contabilizada a existência de dois tipos distintos de sistemas de apoio à produção de AQS afectos aos mesmos compartimentos onde é efectuado o consumo, sendo que pode funcionar um ou outro, como por exemplo uma resistência eléctrica e uma caldeira a gás ?

No cálculo do Nac deverá optar-se pelo sistema que origine a melhor classe energética

M - Colectores solares térmicos

M.1 A nova regulamentação obriga a que sejam instalados colectores solares térmicos em todos os edifícios abrangidos pelo RCCTE?

Sim, desde que a exposição solar seja adequada, é obrigatório o recurso a sistemas solares térmicos para produção de AQS, na base de 1 m^2 de colector por ocupante convencional previsto, podendo esse valor ser reduzido de forma a não ultrapassar 50% da área de cobertura total disponível. Considera-se que existe exposição solar adequada sempre que a cobertura, em terraço ou inclinada no quadrante Sul, não seja sombreada por obstáculos significativos entre o período que compreende duas horas depois do nascer do sol e duas horas antes do ocaso.

M.2 O que é um colector solar térmico?

Um colector solar térmico é um equipamento utilizado para captar energia solar, absorvendo a radiação através de uma superfície para um fluído térmico (geralmente água), cedendo depois essa energia, na forma de calor, para aquecimento de água sanitária ou para aquecimento ambiente.

Existem diversos tipos de colectores solares, sendo o mais comum o colector solar plano. Este é formado por várias superfícies: uma cobertura transparente (promove o efeito de estufa), uma placa absorsora (superfície metálica de cor escura que absorve a radiação solar e transfere esta energia, sob a forma de calor, para um fluído térmico que circula por uma série de tubos) e uma caixa com isolamento térmico (evita as perdas de calor). Ao colector devem estar associados diversos outros equipamentos (depósito acumulação, apoio, bombas circuladoras, etc.) que, juntos, compõem um sistema térmico para aproveitamento de energia solar. Saiba mais no site www.aguaquentesolar.com.

M.3 Efectuando apenas a pré-instalação dos colectores cumpre-se a exigência do RCCTE?

Não. É obrigatória a instalação de colectores solares térmicos. Estes têm de ser efectivamente previstos em projecto (para licenciamento) e montados no edifício e a funcionar aquando da emissão da licença de utilização. A instalação será objecto de verificação por um perito

qualificado no âmbito do processo de emissão de certificado energético para o edifício aquando do pedido de licença de utilização do mesmo.

M.4 O que é um colector solar certificado?

Um colector certificado cumpre os requisitos da Norma EN 12975-1:2000, e o seu desempenho foi ensaiado de acordo com a Norma EN 12975-2 em laboratório acreditado. Este sistema de certificação compreende também a realização de ensaios de concessão e a auditoria / inspecção dos processos de produção dos colectores.

A nível nacional existe apenas um laboratório acreditado para a realização de ensaios de colectores solares térmicos: o laboratório de ensaio de colectores solares (LECS) do INETI (agora LNEG). Outros laboratórios, noutros países, podem realizar os ensaios desde que também sejam laboratórios acreditados no Sistema de Qualidade.

A certificação dos colectores solares térmicos é evidenciada pela posição da marca e respectivo número de licença no produto. Apenas são reconhecidas em termos de certificação a marca Certif - Associação para a Certificação de Produtos (www.certif.pt), (acreditada no âmbito do SPQ - Sistema Português da Qualidade para a certificação de produtos) ou a equivalente Europeia, a marca Solar Keymark (www.estif.org/solarkeymark/). O certificado e respectivo anexo devem conter os resultados dos ensaios de concessão do produto, nomeadamente os parâmetros característicos do comportamento térmico do colector e/ou sistema.

M.5 O programa Solterm é de utilização obrigatória?

Sim, o programa Solterm, disponibilizado pelo INETI, é de utilização obrigatória no cálculo da contribuição de sistemas de colectores solares para a preparação de águas quentes sanitárias (E_{solar}). Esta contribuição será, por sua vez, deduzida no cálculo necessidades de energia para preparação das águas quentes sanitárias (N_{ac}). Este software é a única ferramenta de cálculo definida como obrigatória no RCCTE.

M.6 De acordo com o RCCTE, possuo área descoberta para implementação de colectores solares térmicos. No entanto não os quero instalar. Posso utilizar outra tecnologia de aproveitamento de energia renovável em substituição dos colectores solares?

Sim, mas apenas se, como alternativa à utilização de colectores solares térmicos, forem utilizadas quaisquer outras formas renováveis que captem a mesma energia numa base anual, tal como é o caso da geotermia, painéis fotovoltaicos, energia eólica e hídrica, usada para AQS ou outros fins, se tal for mais eficiente ou conveniente. Esta definição exclui, portanto:

a) Substituição por quaisquer tecnologias eficientes mas não baseadas em renováveis;

b) Lareiras, salamandras, caldeira a biomassa, etc., pois estes sistemas não "captam" energia, antes utilizam biomassa como combustível. Todavia se estes sistemas ou outros similares forem utilizados no aquecimento de AQS, a sua contribuição pode ser considerada no termo E_{ren} que é parcela integrante na fórmula de cálculo das necessidades de energia para preparação de águas quentes sanitárias e que consta no anexo VI, ponto 1 do RCCTE.

M.7 Onde posso encontrar empresas e instaladores credenciados?

No site da Internet http://www.aguaquentesolar.com está disponível uma lista dos instaladores certificados do país.

M.8 A regra de 1 m² de colector solar por ocupante convencional é para aplicar sempre, sem considerar, por exemplo, o rendimento do colector?

O n.º 2 do art.º 7.º do Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE, Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de Abril), estabelece a obrigatoriedade do recurso a sistemas solares térmicos para produção de água quente sanitária (AQS) nos edifícios abrangidos por aquele regulamento, na base de 1 m² de colector por ocupante convencional previsto. Este requisito regulamentar abre um amplo mercado para o desenvolvimento da energia solar no nosso país, promovendo a utilização generalizada desta tecnologia, num contexto de exigência de qualidade traduzido em sistemas e equipamentos certificado, técnicos acreditados e manutenção dos sistemas.

No entanto, a experiência resultante da aplicação prática deste requisito regulamentar em contexto do sistema de certificação energética (SCE) tem revelado a necessidade de se adoptarem critérios de aceitação de soluções, mesmo sem a aplicação estrita do critério de 1

m^2 por ocupante, demonstrem estar em linha com os objectivos de eficiência energética e qualidade associados à nova regulamentação. Esta constatação é suportada por alguns dos principais agentes do sector, incluindo peritos qualificados, projectistas, técnicos, fabricantes, instaladores e instituições de I&D, que têm manifestado a sua preocupação e interesse na resolução daquilo que consideram potenciais constrangimentos a uma aplicação eficaz desta tecnologia

Nesse sentido foi definida, em coordenação com a APISOLAR, INETI e as entidades supervisoras do SCE, uma metodologia para aceitação pelos peritos qualificados, de soluções que não cumpram estritamente a regra de 1 m^2/ocupante, isto sem colocar em causa elegibilidade de qualquer solução que cumpra com a referida regra. Para mais detalhes consulte as perguntas M.17 e M.18.

M.9 Quais as principais diferenças relativas à utilização de colectores solares em edifícios de serviços e em edifícios de habitação no âmbito do RCCTE?

A principal diferença reside no facto de, no caso de edifícios não residenciais abrangidos pelo RCCTE, o consumo de referência ser fixado em 100 litros/ por dia (a 60ºC), o que implica a instalação de, pelo menos, 2,5 m^2 de colectores. No entanto, o regulamento prevê a possibilidade de, mediante adequada justificação pelo projectista e desde que aceite pela entidade licenciadora, serem considerados outros valores, incluindo um consumo de AQS nulo. Nos edifícios residenciais, o consumo por pessoa a considerar será de 40 litros/dia (a 60ºC), com uma instalação de colectores solares térmicos na base de 1m^2 por ocupante convencional.

M.10 O que se entende por garantia de manutenção de um sistema solar térmico?

A garantia de manutenção dos sistemas solares térmicos, durante um período mínimo de 6 anos após a instalação (N.º 4 do Anexo VI, do RCCTE, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de Abril), deve ser entendida como garantia de que haverá manutenção da instalação durante o período referido, e não deve ser confundida com a garantia da instalação ou garantia dos componentes que integram a instalação, matéria que se rege por diplomas e regras próprias (Decreto-Lei n.º 67/2003, de 8 de Abril, na redacção que lhe foi dada pelo Decreto-Lei n.º 84/2008, de 21 de Maio). Esta garantia de que haverá manutenção terá de existir obrigatoriamente para que possa ser contabilizada a contribuição de sistemas solares de

preparação de AQS (Esolar), para fins de cálculo do RCCTE e surge, essencialmente, com a necessidade de assegurar o correcto funcionamento da instalação.

Na ausência de procedimentos aprovados por regulamento municipal, esta garantia de manutenção poderá ser consubstanciada através, por exemplo, de um contrato de manutenção, ou qualquer outro documento formal onde se encontre devidamente explicito o compromisso das acções de manutenção a serem realizadas no período referido, sendo as condições (custo, periodicidade, etc.) desta prestação de serviços acordadas entre o promotor e/ou proprietário do edifício ou fracção autónoma e um instalador acreditado pela Direcção Geral de Energia e Geologia (DGEG).

De seguida, apresenta-se um exemplo de declaração para consubstanciar contratos de manutenção de sistemas solares térmicos:

DECLARAÇÃO

CONTRATO DE MANUTENÇÂO DE SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS

______________________________(nome), contribuinte nº________________, instalador de sistemas solares térmicos acreditado pela DGEG com certificado nº________________, declaro que o sistema de aproveitamento de energia solar para o aquecimento de águas, instalado sob a responsabilidade de ______________________________(nome) com certificado nº________________, em ________________________________(morada), encontra-se abrangido por um contrato de manutenção de seis (6) anos a contar da data indicada no final desta declaração, incluindo todas as operações que constam no plano de manutenção preventiva apresentado em anexo.

____(local),_____/__ /__ (data)

Cliente: ____

Instalador: ____

Anexo: Plano de manutenção preventiva do sistema solar térmico

M.11 Se os resultados do Solterm indicarem um período de retorno do investimento superior a 8 anos, isso quer dizer que o edifício ou fracção autónoma abrangida pelo RCCTE, está dispensado/a da obrigatoriedade de instalação de colectores solares?

Não. É obrigatório instalar os painéis solares, sempre que a fracção autónoma se encontre dentro dos requisitos definidos no RCCTE, independentemente do período de retorno do investimento.

M.12 Se tiver que instalar uma área de painéis solares correspondente a 10 ocupantes (10 m^2), e verificar que a instalação do sistema obriga a ocupar uma área efectiva de 20 m^2 (devido ao espaço necessário para adequado acesso aos equipamentos), sou mesmo obrigado a instalar os 20 m^2 (mesmo que este valor corresponda a mais de 50% da área total disponível da minha cobertura) ou poderei reduzir a área de colectores a instalar?

Independentemente da área ocupada pelo sistema, terão de ser aplicados os 10 m^2 de colectores, mesmo que efectivamente ocupem 20 m^2 de área de cobertura, a menos que seja impossível fazê-lo por exceder a área disponível de cobertura sem sombreamento significativo.

M.13 Quando um edifício (p.e. edifício multifamiliar) não tem área de cobertura total disponível para cumprir o ponto 2 do Art.º 7º do Decreto-Lei nº 80/2006 de 4 de Abril, e a área do sistema solar que é possível instalar não corresponde ao ratio de 1 m^2/ocupante, fica-se dispensado da obrigatoriedade de instalar colectores?

Deve ser sempre considerada a instalação de colectores solares de acordo com a área disponível e conforme determinada pelas regras dispostas no Art.º 7. Em relação à forma como deverá ser distribuída pelas fracções de um edifício o "benefício" proporcionado pela água quente solar, essa deverá ser uma opção do Projectista. Por exemplo, pode optar por abastecer com água quente solar apenas algumas das fracções (p.e. as mais próximas da cobertura) ou adoptar um sistema que permita a distribuição equitativa da água quente solar por todas as fracções. O cálculo regulamentar, e posteriormente a classificação energética das diferentes fracções, deverá reflectir a realidade.

M.14 Considere um edifício unifamiliar que não dispõe de área de cobertura disponível orientada no quadrante Sul. No entanto, no meu terreno, afastado do meu edifício, disponho de um outro corpo que irá ser utilizado com garagem/arrumos, e este já dispõe de cobertura com área disponível orientada no quadrante Sul. Observando o exposto, sou obrigado a instalar colectores solares?

De acordo com o ponto 4 do artigo 2º do RCCTE, as exigências do RCCTE, devem ser verificadas por corpo. Deste modo, o edifício unifamiliar é um corpo e a garagem/arrumos é outro corpo. Como este último corpo não tem requisitos no âmbito do RCCTE, e o edifico unifamiliar não tem área disponível no quadrante Sul, não existe obrigatoriedade de instalação

de colectores solares, embora a sua instalação traga sempre uma mais valia que se poderá traduzir, por exemplo, num Certificado Energético com classe mais elevada.

M.15 Como sei se um obstáculo é significativo para efeitos de isenção da obrigatoriedade da instalação de colectores solares?

Podem-se considerar obstáculos significativos, os elementos construtivos ou outros permanentes que se interponham entre os colectores solares e o sol de uma forma significativa quer em termos de área, quer em de período de interposição. Alguns elementos como postes de iluminação, de telefones ou equivalente são considerados obstáculos não significativos.

Para verificar se outros elementos da paisagem exterior constituem obstáculos significativos neste âmbito, poderá o projectista ou perito adoptar como regra de boa prática a seguinte metodologia:

1º Passo - Calcular o Esolar (sem obstrução) com o SolTerm, utilizando como ângulo de obstáculo 20º para todo o horizonte (situação correspondente a exposição solar total no período entre 2 horas após o nascer do sol e 2 horas antes do por do sol) e sem introduzir qualquer obstrução;

2º Passo - Mantendo o ângulo de 20º, introduzir a situação de obstrução do caso em estudo (apenas aqueles obstáculos que façam um ângulo de obstrução superior a 20º, naturalmente) e determinar o novo Esolar (com obstrução);

3º Passo - Se a razão entre o Esolar (com obstrução) e o Esolar (sem obstrução) for inferior a 0,7 pode-se considerar que o obstáculo é significativo.

O perito qualificado deverá verificar se as características do sistema solar que foram parametrizadas no SolTerm para efeitos do cálculo do Esolar correspondem à correcta aplicação das orientações contidas neste ponto.

Apresenta-se de seguida um exemplo da metodologia proposta para avaliação da condição de obstáculo significativo, para a instalação de um solar térmico numa fracção autónoma de

habitação tipologia T3, localizada em Lisboa. De acordo com ponto 2 do art.º 7.º, a área mínima de captação será 4 m² e o consumo de AQS 160 l a uma temperatura de 60ºC.

1.º Passo - Como solução base, preconizou-se um sistema solar térmico cujas características se encontram definidas de seguida, utilizando como ângulo de obstáculo 20º para todo o horizonte e as demais especificações da instalação apresentadas de seguida.

```
--------------------------------------------------------------------------------
 Campo de colectores
--------------------------------------------------------------------------------
 Modelo de colector: Exemplo
 Tipo: Plano
 2 módulos (4,0 m²)
 Inclinação 48° - Azimute Sul

 Coeficientes de perdas térmicas: a1= 3,780 W/m²/K    a2= 0,016 W/m²/K²

 Rendimento óptico: 79,1%

 Modificador de ângulo: a   0°   5°  10°  15°  20°  25°  30°  35°  40°
                          1,00 1,00 1,00 0,99 0,99 0,98 0,97 0,96 0,95

                        a  45°  50°  55°  60°  65°  70°  75°  80°  85°  90°
                          0,93 0,90 0,87 0,82 0,75 0,65 0,49 0,14 0,00 0,00
--------------------------------------------------------------------------------
 Permutador
--------------------------------------------------------------------------------
 Interno ao depósito, tipo serpentina, com eficácia 55%

 Caudal no grupo painel/permutador: 44,2 l/m² por hora (=0,05 l/s)



--------------------------------------------------------------------------------
 Depósito
--------------------------------------------------------------------------------
 Modelo: típico 300 l
 Volume: 300 l
 Área externa: 3,60 m²
 Material: médio condutor de calor
 Posição vertical
 Deflectores interiores
 Coeficiente de perdas térmicas: 2,74 W/K

 Um conjunto depósito/permutador

--------------------------------------------------------------------------------
 Tubagens
--------------------------------------------------------------------------------
Comprimento total: 30,0 m
Percurso no exterior: 7,0 m com protecção mecânica
Diâmetro interno: 25,0 mm
Espessura do tubo metálico: 1,5 mm
Espessura do isolamento: 30,0 mm
Condutividade térmica do metal: 380 W/m/K
Condutividade térmica do isolamento: 0,030 W/m/K
```

Fig. 1 - Referencial para determinação da energia anual captada pela solução base

Fig. 2 – Obstruções do horizonte 20º

Os resultados da simulação são apresentados de seguida:

```
-------------------------------------------------------------------------------
 Localização, posição e envolvente do sistema
-------------------------------------------------------------------------------
 Concelho de Lisboa
 Coordenadas nominais: 38,7°N, 9,2°W
 TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (fonte: INETI - versão 2004)

 Obstruções do horizonte: 20°

 Orientação do painel:  inclinação 48° - azimute 0°

-------------------------------------------------------------------------------
 Balanço energético mensal e anual
-------------------------------------------------------------------------------
           Rad.Horiz.  Rad.Inclin.  Desperdiçado  Fornecido   Carga    Apoio
              kWh/m²      kWh/m²        kWh          kWh        kWh      kWh
   Janeiro       63          90           ,          151        260      108
 Fevereiro       81         105           ,          163        234       72
     Março      118         136           ,          192        260       67
     Abril      156         158           ,          216        251       35
      Maio      197         174           ,          229        260       31
     Junho      207         171           ,          228        251       24
     Julho      228         193           ,          254        260        6
    Agosto      210         201           ,          257        260        3
  Setembro      148         164           ,          231        251       20
   Outubro      107         137           ,          215        260       44
  Novembro       73         105           ,          174        251       77
  Dezembro       60          81           ,          138        260      122
           --------------------------------------------------------------------
     Anual     1648        1714           ,         2447       3056      609

Fracção solar:   80,1%
Rendimento global anual do sistema: 36%         Produtividade: 609 kWh/[m² colector]

N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)
```

Fig. 3 - Energia anual captada pelos colectores solares térmicos com obstrução de 20º

2.º Passo - De seguida, é apresentado o resultado da simulação utilizando como ângulo de obstáculo 45º para todo o horizonte.

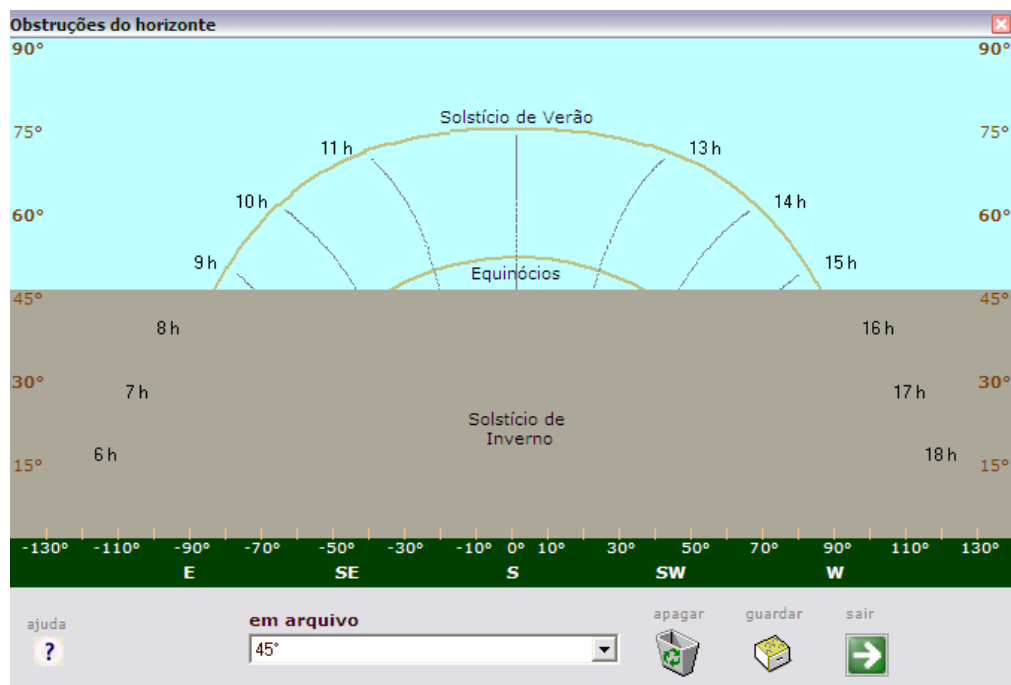



Fig. 4 – Obstruções do horizonte 45º

Localização, posição e envolvente do sistema

Concelho de Lisboa
Coordenadas nominais: 38,7°N, 9,2°W
TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (fonte: INETI - versão 2004)

Obstruções do horizonte: 45°

Orientação do painel: inclinação 48° - azimute 0°

Balanço energético mensal e anual

	Rad.Horiz. kWh/m²	Rad.Inclin. kWh/m²	Desperdiçado kWh	Fornecido kWh	Carga kWh	Apoio kWh
Janeiro	63	21	,	29	260	231
Fevereiro	81	27	,	32	234	203
Março	118	76	,	111	260	148
Abril	156	123	,	185	251	66
Maio	197	147	,	216	260	43
Junho	207	145	,	216	251	35
Julho	228	161	,	245	260	14
Agosto	210	166	,	249	260	10
Setembro	148	111	,	189	251	62
Outubro	107	41	,	68	260	191
Novembro	73	22	,	32	251	219
Dezembro	60	19	,	22	260	238
Anual	1648	1059	,	1595	3056	1461

Fracção solar: 52,2%
Rendimento global anual do sistema: 37%   Produtividade: 397 kWh/[m² colector]

N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)

Fig. 5 - Energia anual captada pelos colectores solares térmicos com obstrução de 45º

3.º Passo - De seguida, efectua-se uma comparação das energias fornecidas por ambos os sistemas (solução base com obstrução 20º e solução com obstrução 45º).

Fracção autónoma T3 (4 ocupantes) localizada em Lisboa							
Tipo de colector	**Energia (kWh)**	**Anual**	**Fracção solar (%)**	**Rendimento global anual do sistema (%)**	**Produtividade (kWh/[m² colector])**	**Esolar obstrução @ 45º/ Esolar obstrução @ 20º < 0,7?**
Colector solar - Obstrução 20º	Fornecido	**2447**	0,80	36	609	n.a
	Carga	3056				
	Apoio	609				
Colector solar - Obstrução 45º	Fornecido	**1595**	0,52	37	397	sim
	Carga	3056				
	Apoio	1461				

Fig. 6 - Energia anual captada com obstrução 20º vs obstrução 45º

Como se pode observar, a razão entre o Esolar com obstrução e o Esolar sem obstrução é inferior a 0,7, pelo que pode-se considerar que o obstáculo é significativo.

M.16 Num edifício de habitação foi prevista, aquando do pedido de licenciamento, a instalação de colectores certificados. Após a instalação dos mesmos verificou-se que não são certificados. É regulamentar?

Neste caso, o factor $E_{solar,}$ relativo à contribuição de sistemas solares de preparação de AQS não pode ser contabilizado para fins de cálculo do RCCTE. Assim, se a área de colectores instalada cumpre com a área mínima do regulamento, terão de ser refeitos os cálculos referentes ao Nac e Ntc, e verificar se a habitação ainda cumpre o preconizado no regulamento.

M.17 A área de 1 m^2 de colector referida no n.º 2 do Art. 7º do DL 80/2006 diz respeito à área bruta ou à área de abertura?

Trata-se de área de abertura de colector, pois é essa a área que é utilizada no cálculo realizado com o SolTerm. Em projecto, deverá ser explicitado que é essa a área a considerar na instalação solar, e durante ou no final da obra, deverá ser essa área que o perito qualificado deverá procurar evidenciar através, por exemplo, do certificado de ensaio dos colectores instalados.

M.18 Em que circunstâncias pode o Perito Qualificado admitir que seja utilizada uma área menor de colectores do que a exigida pelo RCCTE (1 m^2 de colector por ocupante)?

Pode ser aceite pelos peritos qualificados do SCE como regulamentar a instalação de colectores solares com base na energia captada pelo sistema, mesmo que apresente valores diferentes da razão 1 m2 de colector por ocupante, desde que o projectista demonstre que a solução alternativa proposta capte, numa base anual, a energia equivalente a um sistema solar térmico idêntico mas que utilize colector(es) padrão, definido(s) de seguida:

- Rendimento óptico = 69 %
- Coeficientes de perdas térmicas a1 = 7,500 W/(m^2.K) e a2 = 0,014 W/(m^2.K^2)
- Modificador de ângulo para incidência de 50º = 0,87
- Área de abertura = 1,0 m^2

Para demonstração do referido no parágrafo anterior, terá o projectista de utilizar a metodologia descrita de seguida, devendo igualmente apresentar as evidências necessárias para que o perito qualificado possa apurar que a mesma foi correctamente aplicada.

1.º Passo - Efectuar simulação para a solução base através do programa Solterm com colector padrão (Coeficientes de perdas térmicas a1 = 7,500 W/(m^2.K) e a2 = 0,014 W/(m^2.K^2) e rendimento óptico = 69 %), usando um modificador de ângulo para incidência de 50º = 0,87 e área mínima exigida pelo RCCTE (razão de 1 m2/ocupante), bem como com todos os restantes parâmetros, relativos a outros componentes do sistema, previstos na solução preconizada pelo projectista;

2.º Passo - Efectuar simulação para a solução alternativa através do Solterm com colector solar proposto e a área definida pelo utilizador, bem como com todos os restantes parâmetros iguais aos utilizados na simulação anterior;

3.º Passo - Comparar as energias fornecidas (Esolar) por ambos os sistemas solares (solução base com colector padrão e solução alternativa com colector proposto);

4.º Passo - Caso o Esolar da solução alternativa seja igual ou superior ao Esolar da solução base, essa solução alternativa poderá ser considerada.

Assim, para aceitação da solução alternativa no âmbito do SCE, o perito qualificado deverá verificar o cumprimento dos seguintes requisitos:

i) Sistemas ou equipamentos certificados com a marca Certif ou com a marca equivalente europeia Solar Keymark;
ii) Instaladores acreditados pela DGEG;
iii) Garantia de manutenção do sistema durante um período mínimo de 6 anos;
iv) Estudo comparativo, elaborado de acordo com a metodologia atrás descrita, demonstrativo de que a energia fornecida pelo sistema solar da solução alternativa é igual ou superior à do sistema com o colector padrão, utilizando sempre o programa Solterm versão 5.0 ou posterior, para suporte deste estudo.

Por fim, importa referir que, especificamente para estas situações, o não cumprimento de qualquer dos requisitos anteriores implica que não é verificado o cumprimento do n.º 2 do art.º 7.º do RCCTE e que o Perito Qualificado não poderá emitir a respectiva declaração de conformidade regulamentar ou certificado energético. Ou seja, se não se verificar qualquer das quatro condições atrás descritas, o sistema será considerado pela área de colectores efectivamente instalada e, se tal for inferior a 1 m2/ocupante, o edifício está não regulamentar.

De seguida, apresenta-se um exemplo da metodologia descrita, para uma fracção autónoma de habitação tipologia T3, localizada em Lisboa. De acordo com ponto 2 do art.º 7.º, a área mínima de captação será 4 m² e o consumo de AQS 160 l a uma temperatura de 60ºC.

1.º Passo - Como solução base, preconizou-se um sistema solar térmico com colectores padrão, cujas características se encontram definidas anteriormente no presente documento e as demais especificações da instalação apresentadas de seguida.

```
--------------------------------------------------------------------------------
 Campo de colectores
--------------------------------------------------------------------------------
 Modelo de colector: Padrão
 Tipo: Plano
 4 módulos 1,0 m² (4,0 m²)
 Inclinação 44° - Azimute Sul

 Coeficientes de perdas térmicas: a1= 7,500 W/m²/K    a2= 0,014 W/m²/K²

 Rendimento óptico: 69,0%

 Modificador de ângulo: a   0°   5°  10°  15°  20°  25°  30°  35°  40°
                          1,00 1,00 1,00 0,99 0,99 0,98 0,96 0,95 0,93

                        a  45°  50°  55°  60°  65°  70°  75°  80°  85°  90°
                          0,90 0,87 0,83 0,77 0,68 0,55 0,33 0,00 0,00 0,00
--------------------------------------------------------------------------------
 Permutador
--------------------------------------------------------------------------------
 Interno ao depósito, tipo serpentina, com eficácia 55%

 Caudal no grupo painel/permutador: 78,3 l/m² por hora (=0,09 l/s)



--------------------------------------------------------------------------------
 Depósito
--------------------------------------------------------------------------------
 Modelo: típico 300 l
 Volume: 300 l
 Área externa: 3,60 m²
 Material: médio condutor de calor
 Posição vertical
 Deflectores interiores
 Coeficiente de perdas térmicas: 2,74 W/K

 Um conjunto depósito/permutador

--------------------------------------------------------------------------------
 Tubagens
--------------------------------------------------------------------------------
Comprimento total: 30,0 m
Percurso no exterior: 7,0 m com protecção mecânica
Diâmetro interno: 25,0 mm
Espessura do tubo metálico: 1,5 mm
Espessura do isolamento: 30,0 mm
Condutividade térmica do metal: 380 W/m/K
Condutividade térmica do isolamento: 0,030 W/m/K
```

Fig. 1 - Referencial para determinação da energia anual captada pela solução base

```
--------------------------------------------------------------------------------
 Localização, posição e envolvente do sistema
--------------------------------------------------------------------------------
 Concelho de Lisboa
 Coordenadas nominais: 38,7°N, 9,2°W
 TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (fonte: INETI - versão 2004)

 Obstruções do horizonte: 3°(por defeito)

 Orientação do painel:  inclinação 44° - azimute 0°

--------------------------------------------------------------------------------
 Balanço energético mensal e anual
--------------------------------------------------------------------------------
           Rad.Horiz.  Rad.Inclin. Desperdiçado  Fornecido   Carga    Apoio
              kWh/m²      kWh/m²        kWh          kWh       kWh      kWh
   Janeiro       63         108            ,         115       260      145
 Fevereiro       81         118            ,         117       234      118
     Março      118         144            ,         144       260      116
     Abril      156         162            ,         160       251       91
      Maio      197         181            ,         183       260       76
     Junho      207         179            ,         186       251       65
     Julho      228         202            ,         219       260       40
    Agosto      210         207            ,         229       260       30
  Setembro      148         173            ,         199       251       53
   Outubro      107         149            ,         166       260       94
  Novembro       73         122            ,         130       251      122
  Dezembro       60         107            ,         116       260      144
           ---------------------------------------------------------------------
     Anual     1648        1852            ,        1962      3056     1094

Fracção solar:   64,2%
Rendimento global anual do sistema: 26%         Produtividade: 491 kWh/[m² colector]

N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)
```

Fig. 2 - Energia anual captada pela solução base

2.º Passo - Como solução alternativa, preconizou-se um sistema solar térmico cujas as principais características e as demais especificações da instalação apresentadas de seguida.

```
--------------------------------------------------------------------------------
 Campo de colectores
--------------------------------------------------------------------------------
 Modelo de colector: Tubos Vácuo
 Tipo: Tubos de vácuo
 1 módulos (3,2 m²)
 Inclinação 44° - Azimute Sul

 Coeficientes de perdas térmicas: a1= 1,740 W/m²/K    a2= 0,004 W/m²/K²

 Rendimento óptico: 77,5%

 Modificador de ângulo: a   0°   5°  10°  15°  20°  25°  30°  35°  40°
                          1,00 1,01 1,01 1,02 1,02 1,02 1,03 1,03 1,03

                        a  45°  50°  55°  60°  65°  70°  75°  80°  85°  90°
                          1,00 0,96 0,93 0,89 0,77 0,72 0,64 0,47 0,00 0,00
--------------------------------------------------------------------------------
 Permutador
--------------------------------------------------------------------------------
 Interno ao depósito, tipo serpentina, com eficácia 55%

 Caudal no grupo painel/permutador: 18,6 l/m² por hora (=0,02 l/s)



--------------------------------------------------------------------------------
 Depósito
--------------------------------------------------------------------------------
 Modelo: típico 300 l
 Volume: 300 l
 Área externa: 3,60 m²
 Material: médio condutor de calor
 Posição vertical
 Deflectores interiores
 Coeficiente de perdas térmicas: 2,74 W/K

 Um conjunto depósito/permutador

--------------------------------------------------------------------------------
 Tubagens
--------------------------------------------------------------------------------
Comprimento total: 30,0 m
Percurso no exterior: 7,0 m com protecção mecânica
Diâmetro interno: 25,0 mm
Espessura do tubo metálico: 1,5 mm
Espessura do isolamento: 30,0 mm
Condutividade térmica do metal: 380 W/m/K
Condutividade térmica do isolamento: 0,030 W/m/K
```

Fig. 3 - Referencial para determinação da energia anual captada pela solução alternativa

```
--------------------------------------------------------------------------------
 Localização, posição e envolvente do sistema
--------------------------------------------------------------------------------
 Concelho de Lisboa
 Coordenadas nominais: 38,7°N, 9,2°W
 TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (fonte: INETI - versão 2004)

 Obstruções do horizonte: 3°(por defeito)

 Orientação do painel:  inclinação 44° - azimute 0°

--------------------------------------------------------------------------------
 Balanço energético mensal e anual
--------------------------------------------------------------------------------
           Rad.Horiz.  Rad.Inclin. Desperdiçado  Fornecido   Carga    Apoio
              kWh/m²      kWh/m²        kWh         kWh       kWh      kWh
   Janeiro       63         108           ,         171       260       88
 Fevereiro       81         118           ,         177       234       57
     Março      118         144           ,         199       260       60
     Abril      156         162           ,         226       251       25
      Maio      197         181          2,         240       260       19
     Junho      207         179           ,         235       251       16
     Julho      228         202          1,         257       260        3
    Agosto      210         207         11,         258       260        1
  Setembro      148         173          2,         235       251       16
   Outubro      107         149           ,         223       260       36
  Novembro       73         122           ,         188       251       64
  Dezembro       60         107           ,         172       260       88
           ---------------------------------------------------------------------
     Anual     1648        1852         15,        2582      3056      473

Fracção solar:   84,5%
Rendimento global anual do sistema: 43%         Produtividade: 799 kWh/[m² colector]

N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)
```

Fig. 4 - Energia anual captada pela solução alternativa

3.º Passo - De seguida, efectua-se uma comparação das energias fornecidas (Esolar) por ambos os sistemas solares (solução base com colector padrão e solução alternativa com colector proposto);

Fracção autónoma T3 (4 ocupantes) localizada em Lisboa										
Tipo de colector	**Rendimento óptico (%)**	**coeficientes de perdas térmicas a1 (W/m²/K)**	**coeficientes de perdas térmicas a2 (W/m²/K²)**	**Área total de abertura (m2)**	**Energia (kWh)**	**Anual**	**Fracção solar (%)**	**Rendimento global anual do sistema (%)**	**Produtividade (kWh/[m² colector])**	**Cumpre com metodologia?**
Colector solar padrão - Solução base	69	7,5	0,014	4	Fornecido Carga Apoio	**1962** 3056 1094	64,2	26	491	n.a
Colector solar alternativo - Solução Alternativa	77,5	1,74	0,004	3,2	Fornecido Carga Apoio	**2582** 3056 474	84,5	43	799	sim

Fig. 5 - Energia anual captada pela solução base vs solução alternativa

4.º Passo - Como se pode verificar, o colector proposto na solução alternativa poderá ser aceite pelo perito qualificado desde que, para além da elaboração do presente estudo comparativo, seja garantido o cumprimento dos seguintes requisitos:

i) Sistemas ou equipamentos certificados com a marca Certif ou com a marca equivalente europeia Solar Keymark;
ii) Instaladores acreditados pela DGEG;
iii) Garantia de manutenção do sistema durante um período mínimo de 6 anos;

Por fim, importa referir que, especificamente para esta situação, o não cumprimento de qualquer dos requisitos anteriores implica que não é verificado o cumprimento do n.º 2 do art.º 7.º do RCCTE e que o Perito Qualificado não poderá emitir a respectiva declaração de conformidade regulamentar ou certificado energético. Ou seja, se não se verificar qualquer das quatro condições atrás descritas, o sistema será considerado pela área de colectores efectivamente instalada e, se tal for inferior a 1 m2/ocupante, o edifício está não regulamentar.

M.19 Uma vez que foram definidas regras para aceitação, pelos peritos qualificados, de soluções alternativas à regra de 1 m^2/ocupante para o solar térmico, isso quer dizer que o que está definido no nº 2 do Art. 7º do DL 80/2006 deixa de ser aplicável?

Não, a regra de 1 m^2 definida naquele articulado permanece inalterada e qualquer tecnologia instalada que cumpra com esta regra, cumpre com o requisito de instalação obrigatória do solar térmico. E, se a instalação cumprir com os requisitos de colector certificado, instalador acreditado e manutenção de 6 anos, então o contributo da mesma poderá ainda ser considerado no cálculo de Nac, beneficiando o desempenho energético global do edifício. O que as condições de excepção agora definidas vêm permitir é que as melhores tecnologias, e apenas essas, possam proporcionar esse benefício sem uma instalação na base de 1 m2/ocupante. Isto desde que o projectista demonstre claramente, através da metodologia descrita, de que são eficientes, o que está em coerência com o objectivo genérico da nova regulamentação térmica dos edifícios.

M.20 Para o cálculo da área mínima de colectores solares a instalar, em que medida a existência de áreas destinadas a recreio/diversão para os condóminos, afecta a área mínima de colectores a instalar?

Para efeitos de determinação da área de cobertura disponível em terraço ou nas vertentes orientadas no quadrante sul, entre sudeste e sudoeste, de um edifício, conforme previsto no n.º 3 do art. 7º do RCCTE, o perito qualificado apenas poderá considerar como limitações, os impedimentos arquitectónicos que criem obstáculos efectivos à colocação de colectores

solares, tais como caixas de escadas, de elevadores ou pisos recuados (com cobertura em terraço). Nas situações em que o projectista considere existirem outros elementos construtivos que constituam impedimento à instalação de parte ou da totalidade da área de colectores solares prevista na lei, deve explicitar e justificar esse facto nas peças escritas do projecto.

Na determinação da área disponível para este efeito, no caso de coberturas em terraço, deve ser dada prioridade à instalação de colectores solares sobre a atribuição de zonas de lazer ou diversão dos ocupantes ou condóminos.

M.21 Para um edifício multifamiliar com varandas amplas expostas ao sol no quadrante sul, poderá essa área ser contabilizada na área total disponível para instalação de painéis solares?

Não, as áreas de varandas não são contabilizadas como área disponível para instalação de painéis solares.

M.22 Na memória descritiva e justificativa de um projecto RCCTE para uma moradia unifamiliar consta a indicação de que será instalada uma área de colectores solares correspondente a 1 m²/ocupante. Caso não exista na memória ou em qualquer outro elemento do projecto, uma referência explícita a alguma das três condições referidas no ponto 4 do Anexo VI do RCCTE, isso quer dizer que o projecto não está regulamentar? O PQ deve ou não emitir a DCR?

Para análise da situação descrita, importa distinguir os dois aspectos em causa, a saber:

a) O cumprimento do requisito regulamentar previsto no Art.º 7 do RCCTE relativo à instalação de colectores na relação de 1 m^2/ocupante convencional. No caso em apreço, esse requisito é verificado.

b) A correcta contabilização da contribuição dos colectores solares (Esolar) no cálculo de Nac. O E_{solar} só poderá ser contabilizado se se verificarem cumulativamente as três condições previstas no ponto 4 do Anexo VI (colectores certificados, instaladores acreditados e garantia de manutenção de 6 anos).

Portanto, a resposta à primeira questão é que o projecto está regulamentar (desde que, obviamente, cumpra todos os demais requisitos do RCCTE).

Para efeitos de emissão da DCR em fase de projecto, contudo, e dado que a memória descritiva e justificativa constitui o elemento orientador para a fase posterior de execução do sistema solar, o facto de aí não existir a indicação explícita de alguma das três condições

referidas na alínea b) anterior, impede a contabilização do valor de E_{solar} para o cálculo de Nac. Nessas circunstâncias, o perito qualificado não deverá emitir a DCR até que o projectista rectifique os elementos de projecto, mediante uma de duas opções: ou incluindo a referência explícita às três condições ou considerando $E_{solar} = 0$ no projecto RCCTE.

M.23 Quais os critérios que devo ter em conta no dimensionamento do depósito de acumulação de AQS do sistema solar térmico?

O volume óptimo de acumulação depende da superfície de colectores instalada, temperatura de utilização e desfasamento entre a captação de energia, armazenamento e consumo de AQS. De uma forma geral, considera-se que, no caso que aquecimento de água sanitária em edifícios de habitação e de serviços, as diferenças entre captação e o consumo de AQS não são superiores a 24 horas, pelo que poder-se-á considerar que o volume do depósito de acumulação corresponde aproximadamente a 60~90 l/m^2 de colector.

M.24 Quais as condições de excepção à garantia de um sistema solar térmico?

A garantia é da estrita incumbência da empresa fornecedora dos produtos e serviços ao promotor e/ou proprietário do edifício ou fracção autónoma, como disposto no Decreto-Lei n.º 67/2003, de 8 de Abril, na redacção que lhe foi dada pelo Decreto-Lei n.º 84/2008, de 21 de Maio. Tomando isto em consideração, poderão ser admitidas como excepção à garantia as seguintes condições:

- O desrespeito pelas instruções de operação dos fabricantes dos equipamentos e do instalador;
- A intervenção nos aparelhos ou na instalação por pessoal não autorizado pela empresa fornecedora;
- O desgaste por uso normal, eventuais avarias produzidas pela qualidade da água em circuitos hidráulicos abertos e, em geral, todas as causas alheias à instalação;
- Na recusa de permissão de acesso à instalação.

M.25 Que elementos mínimos devem integrar o plano de manutenção?

Do plano de manutenção preventiva devem constar, pelo menos:

a) Identificação completa do edifício e sua localização;

b) Identificação e contactos do técnico responsável;

c) Identificação e contactos do proprietário e, se aplicável, do locatário;

d) Nível de qualificação profissional dos técnicos;

e) Descrição detalhada dos procedimentos de manutenção preventiva dos sistemas energéticos, em função dos vários tipos de equipamentos e das características específicas dos seus componentes e das potenciais fontes poluentes do ar interior;

f) Periodicidade das operações de manutenção preventiva e de limpeza;

g) Registo das operações de manutenção realizadas, com a indicação do técnico ou técnicos que as realizaram, dos resultados das mesmas e outros eventuais comentários pertinentes;

h) Definição das grandezas a medir para posterior constituição de um histórico do funcionamento da instalação.

No plano de manutenção deve constar um conjunto mínimo de operações a efectuar num determinado período de tempo. Note-se que estas podem variar conforme a tecnologia do sistema.

Apresenta-se, de seguida, um exemplo de listagem de procedimentos de manutenção preventiva e de limpeza, e sua periodicidade típica, a adaptar, caso a caso, no plano de manutenção de um sistema solar térmico.

CIRCUITO	COMPONENTE		FREQUÊNCIA (Meses)	VERIFICAÇÃO / INTERVENÇÃO
CIRCUITO PRIMÁRIO	COLECTORES SOLARES	Estrutura	12	• Recuperar partes da estrutura que apresentem indícios de corrosão, lixar e pintar. • Verificar uniões e o aperto dos parafusos.
		Cobertura (vidro)	12	• Limpeza com água e detergente (realizar esta operação em horas de baixa insolação, ao amanhecer ou ao escurecer). • Inspecção visual (em caso de anomalia propor correcção adequada). • Verificar a existência de condensações acentuadas (em caso de anomalia propor correcção adequada).
		Juntas	12	• Inspecção visual (aderência, deformações e degradação).
		Absorvedor	12	• Inspecção visual para detecção de alterações no tratamento selectivo (colector selectivo) ou pintura negra (colector não selectivo)

CIRCUITO	COMPONENTE		FREQUÊNCIA (Meses)	VERIFICAÇÃO / INTERVENÇÃO
				comparativamente ao seu aspecto original (em caso de anomalia propor correcção adequada).
		Tubagem	12	• Inspecção visual para a detecção de fugas (em caso de anomalia propor correcção adequada).
		Caixa	12	• Inspecção visual para a detecção de deformações e/ou degradação (em caso de anomalia propor correcção adequada).
	CIRCUITO HIDRÁULICO	Tubagem	12	• Inspecção visual para a detecção de fugas e sinais de corrosão. • Comprovar estanquicidade verificando a pressão indicada pelo manómetro (em caso de anomalia propor correcção adequada)..
		Isolamento	12	• Inspecção visual para verificar estado de conservação e ausência de humidade. • Em isolamento exterior verificar o estado da protecção mecânica.
		Fluído de circulação	12	• Com o apoio de um refractómetro, verificar se a temperatura de congelamento da solução se adequa ao local, sistema ou indicação do fabricante do produto. • Verificar o pH, indicando o seu estado de degradação (pH<7 poderá implicar substituição).
	PURGADORES		12	• Limpar e confirmar o correcto funcionamento dos purgadores automáticos. • Efectuar a purga de ar da instalação.
	BOMBA DE CIRCULAÇÃO		12	• Verificar a estanquicidade e a ausência de ruídos.
	PERMUTADOR		12	• Verificar eficácia. • Limpar caso se verifique a existência de obstrução significativa. (normalmente em cada 60 meses ou 12 meses para lugares com águas duras).
	VÁLVULA DE SEGURANÇA		12	• Accionar para evitar incrustação ou calcificação (em caso de anomalia propor correcção adequada). • Verificar pressão (no mínimo em cada 60 meses).
	VASO DE EXPANSÃO		12	• Verificar a pressão. Registo do valor medido. • Inspecção visual para detecção de pontos de corrosão (em caso de anomalia propor correcção adequada).
	CAUDALIMETRO		12	• Verificar valor do caudal (em caso de anomalia propor correcção adequada). • Registar o valor de ajuste.
	SONDAS TEMPERATURA		12	• Verificar correcta colocação. • Verificar e confirmar as leituras das sondas

CIRCUITO	COMPONENTE	FREQUÊNCIA (Meses)	VERIFICAÇÃO / INTERVENÇÃO
CIRCUITO SECUNDÁRIO	DEPÓSITO DE ACUMULAÇÃO	12	• Verificar o sistema de protecção catódica. • Verificar o estado de conservação do ânodo de sacrifício • Verificar o estado de conservação do isolamento. • Em instalações abastecidas por água que não seja proveniente da rede pública, aferir a operacionalidade do sistema de filtragem/tratamento. Caso esse sistema não exista ou se encontre inoperativo, verificar da existência de lodos no interior do depósito e limpar. • Em instalações abastecidas por água da rede pública, a periodicidade da verificação e limpeza do interior do depósito deve ser a recomendada pela boa prática local.
	PERMUTADOR (quando existente)	12	• Verificar eficácia. • Limpar caso se verifique a existência de obstrução significativa. (normalmente em cada 60 meses ou 12 meses para lugares com águas duras).
	VÁLVULA DE SEGURANÇA	12	• Accionar para evitar incrustação ou calcificação (em caso de anomalia propor correcção adequada). • Verificar pressão (no mínimo em cada 60 meses).
	VASO DE EXPANSÃO	12	• Verificar pressão. Registo do valor medido. • Inspecção visual para detecção de pontos de corrosão (em caso de anomalia propor correcção adequada).
	VÁLVULA MISTURADORA	12	• Verificar o correcto funcionamento.
	VÁLVULA DE CORTE	12	• Lubrificar e apertar.
	CIRCUITO HIDRÁULICO – Tubagem	12	• Inspecção visual para a detecção de fugas e sinais de corrosão.
	CIRCUITO HIDRÁULICO – Isolamento	12	• Inspecção visual para verificar estado de conservação e ausência de humidade. • Em isolamento exterior verificar o estado da protecção mecânica.
CONTROLO E COMPONENTES ELÉCTRICOS	CONTROLADOR DIFERENCIAL	12	• Verificação do estado das ligações eléctricas. • Controlo de funcionamento e regulação. Registo do programa de funcionamento estabelecido.
	RESISTÊNCIA ELÉCTRICA (quando existente)	12	• Verificação do estado das ligações eléctricas. • Controlo de funcionamento e regulação, por forma a manter a prioridade ao Sol. Registo do programa de funcionamento estabelecido.
	INTERRUPTORES	12	• Limpeza e aperto dos bornes.

CIRCUITO	COMPONENTE	FREQUÊNCIA (Meses)	VERIFICAÇÃO / INTERVENÇÃO
	CONTADORES	12	• Limpeza e aperto dos bornes.
	QUADRO ELÉCTRICO	12	• Limpeza e aperto dos bornes.
	OUTROS COMPONENTES	12	• Verificação do estado das ligações eléctricas.

Quadro 1 - Listagem de procedimentos e periodicidades típicas de um plano de manutenção de sistemas solares térmicos

M.26 Que evidências devem resultar de intervenções de manutenção no âmbito do plano de manutenção?

Um documento identificado, da empresa prestadora do serviço, onde constem as evidências do seu cumprimento; isto é, um registo escrito das observações, das medições e das intervenções efectuadas, o qual ficará na posse do cliente (com as assinaturas deste e do técnico instalador).

M.27 Que exclusões existem tipicamente num plano de manutenção?

Normalmente são nomeadas nas condições de Garantia previstas nos Manuais do Utilizador. De seguida apresentam-se alguns exemplos:

- Chamadas injustificadas (por ex. explicações de funcionamento);
- Substituição de equipamentos, tubagens, isolamentos e componentes da instalação, (válvulas, acessórios hidráulicos ou eléctricos, liquido solar);
- Eliminação de fugas nos colectores, permutadores (internos ou externos) e ligações ou acessórios hidráulicos nas tubagens;
- Reparação de avarias causadas por má utilização, ausência de manutenção ou danos causados por fenómenos naturais;
- Intervenções executadas por terceiros;
- Intervenção por falta de água, gás, gasóleo ou electricidade;
- Verificação ou manutenção de equipamentos de apoio (esquentador, caldeira e/ou termoacumulador).

M.28 Que aspectos devem ser tidos em conta pelo promotor e/ou proprietário aquando da aquisição e manutenção do sistema solar térmico?

Devem ser observados os seguintes aspectos:

- Verificar que os colectores solares ou sistemas propostos encontram-se certificados pela marca Solar Keymark ou Certif;
- Certificar-se de que se encontra na presença de um instalador acreditado para a instalação de sistemas solares térmicos;
- Solicitar um contrato de manutenção do sistema solar térmico por período mínimo de 6 anos após o arranque da instalação;
- Verificar protocolo de arranque e manutenção onde figurem todas as tarefas de manutenção;
- Deverá ainda certificar-se que possui uma apólice de seguros que cubra a responsabilidade civil decorrente da instalação de colectores solares, nomeadamente perante condições meteorológicas extremas.
- Em relação à fase de projecto, deve ser também verificado que o local elegido para a colocação dos componentes da instalação irá facilitar técnica e financeiramente os trabalhos de manutenção a executar durante a vida do sistema, nomeadamente no que respeita ao acesso e às condições de trabalho junto dos mesmos.

M.29 A partir de que momento deve começar a contar a garantia?

Independentemente do período de garantia do equipamento, fixada de acordo com a lei vigente (Decreto-Lei n.º 67/2003, de 8 de Abril, na redacção que lhe foi dada pelo Decreto-Lei n.º 84/2008, de 21 de Maio), a garantia de manutenção deverá ter início no momento da sua transmissão ao promotor e/ou proprietário do edifício ou fracção autónoma, de acordo com a lei vigente, comprovada por este através da factura de compra, validada através do respectivo recibo.

M.30 Como se determina o valor de Esolar de um sistema termosifão, onde apenas o colector é certificado?

Neste caso, deve-se determinar o valor de Esolar considerando um sistema de circulação forçada. Para tal, deverão ser introduzidos no Solterm os dados para caracterizar o campo de colectores, com base nas características do colector certificado e considerando a localização do depósito no exterior e posicionado na horizontal e com respectiva espessura de isolamento. No que respeita aos circuitos hidráulicos, deve ser indicado o valor aproximado do comprimento real das tubagens e sua espessura de isolamento.

N - Energias renováveis

N.1 De que forma se pode contabilizar no cálculo regulamentar, a utilização de outras energias renováveis além do solar térmico?

As energias renováveis para além do solar térmico poderão ser utilizadas para aquecimento e arrefecimento ambiente e/ou para produção de AQS.

No caso de utilização de energia renovável, para aquecimento e/ou arrefecimento ambiente, a respectiva contribuição poderá ser contabilizada na fórmula para determinação de N_{tc}.

Considere o exemplo seguinte, de uma habitação cuja solução de base para aquecimento e arrefecimento é um equipamento do tipo bomba de calor e de duas situações alternativas considerando uma caldeira a Biomassa e um sistema Fotovoltáico.

Solução Base	
Aquecimento	Bomba de Calor com COP = 4 que proporciona 100% das N_{ic}.
Arrefecimento	Ar condicionado com EER = 3 que proporciona 100% das N_{vc}.
$N_{tc} = 0{,}1 \times \left[\left(\frac{N_{ic}}{4}\right) \times 0{,}29\right] + 0{,}1 \times \left[\left(\frac{N_{vc}}{3}\right) \times 0{,}29\right] + N_{ac} \times F_{pua}$	

Solução Alternativa 1	
Aquecimento	Bomba de calor com COP = 4 que proporciona 30% das N_{ic}
	Caldeira a biomassa com eficiência de 80% que proporciona 70% das N_{ic}.
Arrefecimento	Ar condicionado com EER = 3 que proporciona 100% das N_{vc}.
$N_{tc} = 0{,}1 \times \left[\left(\frac{N_{ic} \times 30\%}{4}\right) \times 0{,}29\right] + 0{,}1 \times \left[\left(\frac{N_{ic} \times 70\%}{0{,}8}\right) \times 0\right] + 0{,}1 \times \left[\left(\frac{N_{vc}}{3}\right) \times 0{,}290\right] + N_{ac} \times F_{pua}$	

Solução Alternativa 2	
Aquecimento	Bomba de Calor com COP = 4 que proporciona 30% das N_{ic}, correspondente a 20% de electricidade pelo sistema Fotovoltáico e 10% pela energia da rede eléctrica convencional.
	Caldeira a biomassa com eficiência de 80% que proporciona 70% das N_{ic}.
Arrefecimento	Ar condicionado com EER = 3 que proporciona 100% das N_{vc}, Correspondendo 80% de energia proveniente do sistema Fotovoltáico e 20% proveniente da rede eléctrica.

$$N_{tc} = 0{,}1 \times \left[\left(\frac{N_{ic} \times 20\%}{4}\right) \times 0 + \left(\frac{N_{ic} \times 10\%}{4}\right) \times 0{,}290 + \left(\frac{N_{ic} \times 70\%}{0{,}8}\right) \times 0\right] + 0{,}1 \times \left[\left(\frac{N_{vc} \times 0{,}80}{3}\right) \times 0 + \left(\frac{N_{vc} \times 0{,}20}{3}\right) \times 0{,}290\right]$$

No caso de produção de AQS, o valor da energia resultante da aplicação de outra fonte de energia renovável deverá ser quantificada na fórmula:

$$N_{ac} = \frac{\left(\frac{Q_a}{\eta_a}\right) - E_{solar} - E_{ren}}{Ap}$$

Considerando o exemplo de uma habitação unifamiliar (T4), com uma área de pavimento de 245 m^2, com cobertura orientada a Norte, e que utiliza um termoacumulador eléctrico com 75 mm de isolamento para AQS, em complemento com uma caldeira a Biomassa, cujo valor de energia produzido anualmente é de 2546 kWh/ano (a inclusão deste valor deverá sempre ser acompanhado de fundamentação através de um método de cálculo devidamente justificado, reconhecido e aceite pela entidade licenciadora), o valor de Nac que deverá ser utilizado para o cálculo de Ntc, considerando que o isolamento da tubagem de distribuição de água é de 10 mm, é calculado conforme indicado de seguida:

$$Q_a = \frac{(M_{AQS} \times 4187 \times \Delta T \times n_d)}{3600000} \quad \Longrightarrow \quad Q_a = \frac{(5 \times 40 \times 4187 \times 45 \times 365)}{3600000} = 3820 \text{ kWh/ano}$$

$$N_{ac} = \frac{\left(\frac{Q_a}{\eta_a}\right) - E_{solar} - E_{ren}}{Ap} \quad \Longrightarrow \quad N_{ac} = \frac{\left(\frac{3820{,}64}{0{,}90}\right) - 0 - 2546}{245} = 6{,}94 \text{ kWh/m}^2\text{.ano}$$

N.2 Em que condições podem ser utilizadas as alternativas aos colectores solares previstas no ponto 4 do Art.º 7 do Decreto-Lei nº 80/2006 de 4 de Abril (RCCTE)?

Devem ser tecnologias/sistemas renováveis que captem energia, numa base anual, equivalente à dos colectores solares. Para se verificar esta condição deve o projectista determinar, através do Solterm, o valor de E_{ren} (energia fornecida pelo sistema solar) proporcionada por um sistema solar térmico nas condições previstas no ponto 2 do Art.º 7º e no ponto 4 do anexo VI do RCCTE. Deverá depois efectuar os cálculos da contribuição da outra forma de energia renovável E_{ren}, (explicitando na memória descritiva a metodologia adoptada para esse cálculo) e garantir que $E_{ren} \geq E_{solar}$.

N.3 Como é que o Perito Qualificado pode verificar se um sistema de aproveitamento de energias renováveis pode ser utilizado em alternativa à instalação de colectores solares térmicos?

Para verificar se um determinado sistema de aproveitamento de energias renováveis pode, de acordo com o previsto no n.º 4 do art.º 7º do RCCTE, ser utilizado em alternativa à instalação de colectores solares térmicos, deverá ser considerada a metodologia descrita de seguida, devendo o projectista apresentar as evidências necessárias para que o perito qualificado possa apurar que a mesma foi correctamente aplicada:

1.º Passo - Efectuar simulação para a solução base, considerando um sistema de circulação forçada, através do programa Solterm com colector padrão (Coeficientes de perdas térmicas a1 = 7,500 W/(m².K) e a2 = 0,014 W/(m².K²) e rendimento óptico = 69 %), usando um modificador de ângulo para incidência de 50º = 0,87 e área mínima exigida pelo RCCTE (razão de 1 m2/ocupante), bem como com todos os restantes parâmetros, relativos a outros componentes do sistema, previstos na solução preconizada pelo projectista;

2.º Passo - Efectuar simulação para o sistema de aproveitamento de energias renováveis alternativo, com indicação clara de todos os pressupostos assumidos;

3.º Passo - Comparar as energias fornecidas por ambos os sistemas de energias renováveis;

4.º Passo - Caso a energia anual fornecida pelo sistema alternativo seja igual ou superior à energia captada pelo sistema solar térmico, essa solução alternativa poderá ser considerada.

O perito qualificado deverá verificar se as características do sistema solar que foram parametrizadas no SolTerm para efeitos do cálculo do Esolar correspondem à correcta aplicação das orientações contidas neste ponto, bem como se os pressupostos e métodos de cálculo adoptados pelo projectista para determinar a energia fornecida pelo sistema de aproveitamento de energias renováveis alternativo estão em coerência com o desempenho e rendimentos habituais para as respectivas tecnologias.

De seguida, apresenta-se um exemplo da metodologia descrita para estudo de soluções alternativas ao solar térmico, para uma fracção autónoma de habitação tipologia T3, localizada em Lisboa. De acordo com ponto 2 do art.º 7.º, a área mínima de captação será 4 m² e o consumo de AQS 160 l a uma temperatura de 60ºC.

1.º Passo - Como solução base, preconizou-se um sistema solar térmico com colectores padrão, cujas características encontram-se definidas anteriormente no presente documento e as demais especificações da instalação apresentadas de seguida.

```
---------------------------------------------------------------------------------
 Campo de colectores
---------------------------------------------------------------------------------
 Modelo de colector: Padrão
 Tipo: Plano
 4 módulos 1,0 m² (4,0 m²)
 Inclinação 34° - Azimute Sul

 Coeficientes de perdas térmicas: a1= 7,500 W/m²/K    a2= 0,014 W/m²/K²

 Rendimento óptico: 69,0%

 Modificador de ângulo: a    0°   5°  10°  15°  20°  25°  30°  35°  40°
                           1,00 1,00 1,00 0,99 0,99 0,98 0,96 0,95 0,93

                        a  45°  50°  55°  60°  65°  70°  75°  80°  85°  90°
                           0,90 0,87 0,83 0,77 0,68 0,55 0,33 0,00 0,00 0,00
---------------------------------------------------------------------------------
 Permutador
---------------------------------------------------------------------------------
 Interno ao depósito, tipo serpentina, com eficácia 55%

 Caudal no grupo painel/permutador: 78,3 l/m² por hora (=0,09 l/s)



---------------------------------------------------------------------------------
 Depósito
---------------------------------------------------------------------------------
 Modelo: típico 160 l
 Volume: 160 l
 Área externa: 2,28 m²
 Material: médio condutor de calor
 Posição vertical
 Deflectores interiores
 Coeficiente de perdas térmicas: 2,28 W/K

 Um conjunto depósito/permutador

---------------------------------------------------------------------------------
 Tubagens
---------------------------------------------------------------------------------
Comprimento total: 30,0 m
Percurso no exterior: 7,0 m com protecção mecânica
Diâmetro interno: 25,0 mm
Espessura do tubo metálico: 1,5 mm
Espessura do isolamento: 30,0 mm
Condutividade térmica do metal: 380 W/m/K
Condutividade térmica do isolamento: 0,030 W/m/K
```

Fig. 1 - Referencial para determinação da energia anual captada pela solução base

Os resultados da simulação para o sistema solar térmico são apresentados de seguida:

```
--------------------------------------------------------------------------------
 Localização, posição e envolvente do sistema
--------------------------------------------------------------------------------
 Concelho de Lisboa
 Coordenadas nominais: 38,7°N, 9,2°W
 TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (fonte: INETI - versão 2004)

 Obstruções do horizonte: 3°(por defeito)

 Orientação do painel:  inclinação 34° - azimute 0°

--------------------------------------------------------------------------------
 Balanço energético mensal e anual
--------------------------------------------------------------------------------
           Rad.Horiz.  Rad.Inclin. Desperdiçado  Fornecido   Carga    Apoio
              kWh/m²      kWh/m²         kWh          kWh      kWh      kWh
   Janeiro       63         102            ,          104      260      156
 Fevereiro       81         114            ,          111      234      123
     Março      118         144            ,          140      260      120
     Abril      156         167            ,          165      251       87
      Maio      197         192            ,          190      260       70
     Junho      207         192            ,          196      251       56
     Julho      228         216            ,          226      260       34
    Agosto      210         217            ,          229      260       31
  Setembro      148         174            ,          195      251       56
   Outubro      107         145            ,          161      260       98
  Novembro       73         115            ,          121      251      130
  Dezembro       60         100            ,          104      260      155
           ---------------------------------------------------------------------
     Anual     1648        1877            ,         1941     3056     1115

Fracção solar:   63,5%
Rendimento global anual do sistema: 26%         Produtividade: 485 kWh/[m² colector]

N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)
```

Fig. 2 - Energia anual captada pelos colectores solares térmicos

2.º Passo - Como solução alternativa, propõem-se a instalação de um sistema solar fotovoltaico com as seguintes características:

```
---------------------------------------------------------------------------
 Painel
---------------------------------------------------------------------------
13 módulos organizados em 13 'strings' com 1 módulos em cada.

Área: 16,38 m²
Tensão em circuito aberto: 44,2 V
Corrente em curto-circuito: 5,3 A

Potência nominal: 2,34 kW
Tensão nominal: 36, V

Perdas de conexão: 5%
Perdas por sujidades: 2%
Perdas por degradação de desempenho (média durante a vida do sistema): 2%

---------------------------------------------------------------------------
 Inversor
---------------------------------------------------------------------------
Potência nominal 2500, W

---------------------------------------------------------------------------
 Armazenamento
---------------------------------------------------------------------------
24 baterias organizadas em 12 grupos com 2 baterias em cada.

Tensão nominal: 24, V
Capacidade nominal (C100): 1470, Ah
Autonomia média no Inverno: 4,2 dias
```

Fig. 3 – Características do sistema fotovoltaico

Os resultados da simulação do sistema fotovoltaico são apresentados de seguida:

```
--------------------------------------------------------------------------
 Climatologia
--------------------------------------------------------------------------
Concelho de Lisboa
Latitude 38,7°N (nominal)
Longitude 9,2°W (nominal)
 TRY para RCCTE/STE e SOLTERM
fonte: INETI - versão 2004

Obstruções do horizonte: 3°(por defeito)

--------------------------------------------------------------------------
 Balanço energético mensal e anual
--------------------------------------------------------------------------
                E(rad)   E(PV)   E(exc)   E(sist)   Carga
                  kWh      kWh      kWh      kWh      kWh
-------------------------------------------------------------------------
     Janeiro   1636      197     19,1      139      260
   Fevereiro   1830      220     12,2      151      235
       Março   2305      270     39,4      172      260
       Abril   2646      307     50,1      196      251
        Maio   2991      338     67,7      211      260
       Junho   2967      331     63,5      209      251
       Julho   3353      368     74,1      233      260
      Agosto   3404      371     77,5      230      260
    Setembro   2776      306     51,7      194      251
     Outubro   2335      269     25,9      178      260
    Novembro   1842      219      9,2      150      251
    Dezembro   1621      196       2,      141      260
-------------------------------------------------------------------------
       Anual  29707     3393    492,6     2204     3059

Probabilidade de perda de carga: 33%
Rendimento global: 7,4%     Produtividade: 942 Wh/Wp
--------------------------------------------------------------------------
 E(rad): energia solar incidente no painel fotovoltaico
  E(pv): energia eléctrica convertida pelo painel fotovoltaico
 E(exc): energia eléctrica dissipada (de origem solar)
E(sist): energia eléctrica fornecida pelo sistema
  Carga: procura de energia eléctrica (consumos)

N.B. 'E(sist)' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)

                                                    1 | 28-04-2008  12:38:20 |
```

Fig. 4 - Energia anual captada pelo sistema fotovoltaico

3.º Passo – De seguida, efectua-se uma comparação das energias fornecidas por ambos os sistemas (solução base com colector padrão e solução alternativa com sistema fotovoltaico);

Fracção autónoma T3 (4 ocupantes) localizada em Lisboa										
Tipo de colector	Rendimento óptico (%)	coeficientes de perdas térmicas a1 (W/m²/K)	coeficientes de perdas térmicas a2 (W/m²/K²)	Área total de abertura (m2)	Energia (kWh)	Anual	Fracção solar (%)	Rendimento global anual do sistema (%)	Produtividade (kWh/[m² colector ou Wp])	Cumpre com metodologia?
Colector solar padrão - Solução base	69	7,5	0,014	4	Fornecido	**1941**	63,5	26	485	n.a
					Carga	3056				
					Apoio	1115				
Sistema fotovoltaico - Solução Alternativa	-	-	-	-	Fornecido	**2204**	-	7,6	0,967	sim
					Carga	3059				
					Apoio	855				

Fig. 5 - Energia anual captada pela solução base vs solução alternativa

4.º Passo - Como se pode observar, a energia fornecida pelo sistema fotovoltaico é de 2.204 kWh/ano, superior aos 1.941 kWh/ano obtidos pelo sistema solar térmico, pelo que esta solução poderá ser aceite pelo Perito Qualificado.

O - Outros

O.1 A partir de agora as habitações terão de estar sempre à temperatura de 20ºC no Inverno e 25ºC no Verão?

Não, estes valores de temperatura, juntamente com um valor de humidade relativa de 50% para a estação de arrefecimento, constituem as condições ambientais de conforto de referência definidas no regulamento e são apenas utilizadas para efeitos de cálculo das necessidades energéticas nominais dos edifícios abrangidos (o valor da humidade relativa de 50% não é utilizada no cálculo das necessidades energéticas). Desta forma, tornam-se comparáveis os valores calculados e os valores limite para o edifício em estudo. Na prática, o utilizador poderá ter o edifício às condições que considere mais adequadas para seu conforto e dos restantes utilizadores.

O.2 É obrigatório a utilização de algum software específico para a demonstração do cumprimento do disposto no D.L. 80/2006?

Não é obrigatória a utilização de qualquer software específico para realização dos cálculos para demonstração de requisitos previstos no RCCTE. Podem ser utilizados quaisquer meios de cálculo, desde programas comerciais mais ou menos sofisticados até simples folhas de cálculo, ou folhas de preenchimento manual, desde que seja adequadamente cumprida a metodologia de cálculo indicada no regulamento.

Apenas é obrigatório a utilização do programa SOLTERM para o cálculo da parcela "E_{solar}" (Nac).

O.3 Que pequenas incorrecções ou omissões existem no D.L. 80/2006 de 4 de Abril e como devem ser observadas na aplicação do mesmo?

- A situação dos "**Pavimentos em contacto com o terreno com isolamento térmico perimetral**" está omissa, apesar de tal configuração de ponte térmica linear ter também de ser considerada nos cálculos. Os valores de Ψ a considerar nessa situação são os que se reproduzem na tabela seguinte.

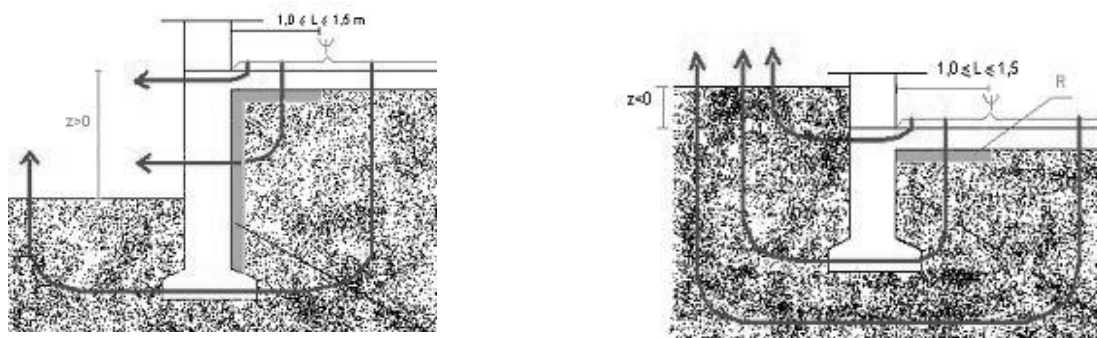



Fig. IV.3– Pavimentos em contacto com o terreno com isolante térmico perimetral

Z (m)	Ψ (W/m.ºC)	
	Resistência térmica do isolante térmico – R (m^2.ºC/W)	
	R < 0,5	R ≥ 0,5
-1,20 a 0,00	1,40	1,20
0,05 a 1,50	2,00	1,80

- Na página 2492, **o valor de consumo de energia para os ventiladores (Ev) na folha de cálculo FC IV.1.d deve ser adicionado às necessidades brutas de aquecimento na folha de cálculo FC IV.2**, tal como é feito na folha de cálculo FC V.1.g (pág. 2505). Dada que o peso deste consumo nos ventiladores nas necessidades globais pode ser significativo, esta questão não pode ser negligenciada no cálculo.
- Na página 2505, na folha de cálculo FC V.1.g, a fórmula apresentada para determinação do consumo nos ventiladores está incorrecta e deverá ser **Ev = Pv x 24 x 0,03 x 4**.
- Na página 2492, na folha de cálculo FCIV 1.b, a tabela relativa a coberturas interiores, estas dizem respeito a tectos **sob** espaços não-úteis e não a tectos **sobre** espaços não úteis.
- Na página 2498, a descrição e valores aplicáveis à **configuração H) da tabela IV.3 para a ponte térmica linear também se aplica a ombreiras**. O título da configuração H) deverá então ser “Ligação fachada/padieira, ombreira ou peitoril”.
- Na página 2491, na folha de cálculo FCIV.1.a, **a letra B** na última coluna da tabela relativa às pontes térmicas lineares de paredes e pavimentos em contacto com o solo **corresponde ao desenvolvimento (comprimento) da ponte térmica** e não, necessariamente, ao perímetro, como está indicado na tabela.

- Na página 2492, **na FC IV.1.e, nos valores relativos aos ganhos internos**, **a referência ao Quadro IV.2 é, na realidade, ao Quadro IV.3**.
- Na página 2477 (Anexo II Definições, alínea ss) a definição de **Perímetro enterrado** o "perímetro enterrado" é o comprimento linear, medido em planta, do **contorno interior** e não exterior.
- Na página 2475, Anexo I, nº1, onde se lê "Para efeitos do disposto no nº 6 do artigo 2º" deve ler-se "Para efeitos do disposto no nº 8 do artigo 2º";
- Na página 2484, Quadro III.9, as unidades das grandezas aí especificadas a considerar são as seguintes, θ_{atm} (Temperaturas, valor médio) - ºC e Intensidade de radiação solar (valor acumulado para o período entre Junho a Setembro) - kWh/m2;
- Na página 2491, Folha de cálculo FCIV.1ª, Pontes Térmicas Lineares, onde está escrito "Fachada com pavimentos" deve considerar-se "Fachada com pavimentos em contacto com espaços não aquecidos ou exteriores";
- Na página 2491, Anexo IV, ponto 4.5, a expressão "(…) obrigados aos requisitos mínimos em termos de sombreamento…" deve ser substituída pela expressão"(…) obrigados aos requisitos mínimos em termos de factores solares dos vãos envidraçados …";
- Na página 2497, nas notas da tabela Ei, Ee e Er foi trocado o sinal de igual (=) pelo sinal de menos (-), pelo que a fórmula é $\psi=\psi_{sup}=\psi_{inf}$ para habitações distintas e $\psi=\psi_{sup}+\psi_{inf}$ para a mesma habitação;
- Na página 2501, Anexo V, Ponto 2.3, onde está indicado folha de cálculo FCV.1b deve ler-se folha FCV.1d. Onde está indicado "(…) estação de aquecimento, dos quadros V.1 a V.3" deve ler-se "(…) estação de arrefecimento, dos quadros V.1 a V.3";
- Na página 2508, Anexo VII, Ponto 1.2.2., onde se lê "nestes casos a resistência térmica (…) na tabela VII.2", deve ler-se "nestes casos a resistência térmica (…) no quadro VII.2";
- Na página 2510,no Ponto 2.2. Cálculo da inércia térmica interior a expressão constante do regulamento

$$I_t = \frac{\sum Ms_i \cdot S_i}{A_p}$$

deve ser substituída pela expressão

$$I_t = \frac{\sum Ms_i \cdot r \cdot S_i}{A_p}$$

- Na página 2511, no anexo VII na Ficha nº1, pág 2, falta a coluna do Na, que deverá ser incluída;
- Na página 2512, na Ficha nº2, nos vãos envidraçados está representada a protecção solar por Sv, quando deverá ser $g_{\perp}$;
- Na página 2487, na nota de rodapé nº1 referente ao Quadro IV.1, onde está indicado " … para diferenças de pressão entre 20 Pa e 200 Pa …" deverá ler-se " … para diferenças de pressão entre 20 Pa e 100 Pa…"
- Na página 2496, deverá ser considerado para efeito de cálculo a troca das duas tabelas, ou seja, a tabela Br.1 correspondente à situação de isolamento na face inferior da laje de pavimento e a tabela Br.2 correspondente à situação de isolamento sobre a laje de pavimento.

Isolamento repartido ou isolante na caixa de ar de paredes duplas

TABELA Br.1 – Valores de ψ [W/m.°C]

e_p [m]			
0,15	0,20	0,25	≥ 0,35
0,60	0,65	0,70	0,80

TABELA Br.2 – Valores de ψ [W/m.°C]

e_p [m]			
0,15	0,20	0,25	≥ 0,35
0,50	0,55	0,60	0,70

O.4 O que traduz o coeficiente tau (τ)?

O coeficiente τ é característico de um espaço não aquecido no interior ou anexo ao edifício ou fracção autónoma em estudo e traduz o valor da temperatura adimensional do local não aquecido. Um valor de τ próximo de 1 indica que o espaço tem uma temperatura próxima da temperatura exterior. Um valor de Tau (τ) próximo de 0 indica que o espaço tem características próximas do interior (fracção climatizada – espaço útil).

Dada a dificuldade em conhecer com precisão o valor da temperatura do local não aquecido, o regulamento admite que τ pode tomar valores convencionais para várias situações comuns de espaços não aquecidos definidos na tabela IV.1 do RCCTE.

Para valores de tau superiores a 0,7, a envolvente do espaço útil em contacto com o local não aquecido deverá cumprir, em termos de coeficiente de transmissão térmica, os requisitos aplicáveis à envolvente exterior.

O.5 Para que efeito(s) é necessário determinar a inércia térmica de um edifício ou fracção autónoma?

A inércia térmica interior de uma fracção autónoma (I_t) é definida em função da capacidade térmica (capacidade de armazenamento e restituição de calor) do local e depende da massa superficial útil de cada um dos elementos de construção interior e exterior (paredes, pavimentos e coberturas) dessa fracção, tudo isto por unidade de área útil de pavimento. A inércia térmica influencia o cálculo de:

- valor de Nic do edifício: quanto maior for a maior inércia térmica, maiores são os ganhos úteis e menor é o valor de N_{ic} do edifício ou fracção autónoma;
- valor de N_{vc} do edifício: quanto maior for a inércia térmica, menores são as cargas térmicas (solares e internas) e menor é o valor de N_{vc} do edifício ou fracção autónoma;
- factores solares máximos admissíveis dos vão envidraçados (um dos requisitos mínimos de qualidade térmica para a envolvente dos edifícios). Quanto maior for a inércia, maiores são os factores solares máximos admissíveis.

O.6 Porque é que o isolamento pelo interior da envolvente é geralmente menos interessante do que o isolamento exterior do edifício?

A massa superficial útil (M_{si}) de cada elemento de construção da envolvente depende, entre outros factores, do posicionamento do isolamento térmico (interior, exterior ou intermédio). Colocando o isolamento térmico pelo interior, o valor de M_{si} tende para zero, o que reduz o valor de inércia térmica (It).

O M_{si} obtém-se através do somatório das massas de cada um dos elementos que constitui a envolvente, considerando-se, para esse efeito, apenas os elementos que se situam do isolamento térmico para o interior de fracção. A inércia térmica (I_t) do edifício é directamente

proporcional à massa superficial útil do edifício: quanto maior for o valor de M_{si}, até ao limite superior de 150 kg/m^2, maior será o valor de I_t e mais elevada será a classe de inércia térmica do espaço interior Em edifícios com ocupação permanente, em particular se localizados em zonas quentes, a inércia térmica mais elevada (média ou forte) será mais favorável.

Por outro lado, a colocação do isolamento pelo exterior permite um melhor tratamento das pontes térmicas (planas e lineares).

O.7 Qual a razão para se limitar a 150 kg/m^2 a massa superficial útil de qualquer elemento da envolvente opaca exterior?

Estudos técnico-científicos desenvolvidos evidenciaram que, para um ciclo diário de flutuação de temperatura, a máxima capacidade útil de armazenamento e restituição de calor corresponde aproximadamente a uma massa de 150 kg/m^2 em cada elemento da envolvente.

O.8 O que é o factor de forma e que elementos se consideram na sua determinação?

O factor de forma de uma fracção autónoma (FF) define-se como o quociente entre o somatório das superfícies da envolvente exterior (A_{ext}) e da superfície envolvente interior (A_{int}), e o volume útil interior (V). Cada elemento da envolvente interior deverá ser afectado do coeficiente τ correspondente ao espaço não-útil adjacente. As paredes e pavimentos enterrados não devem ser consideradas no cálculo do FF.

$$FF = \frac{\left(\sum A_{ext}\right) + \sum\left(\tau.A_{int}\right)}{V}$$

Na prática, um factor de forma elevado (FF > 1) conduz a uma maior dificuldade de verificação do RCCTE.

O.9 Onde é que se podem encontrar valores para as massas superficiais de elementos construtivos?

As massas dos diferentes elementos construtivos podem ser obtidas em tabelas técnicas ou nas seguintes publicações do LNEC: Caracterização Térmica de Paredes de Alvenaria - ITE 12 e Caracterização Térmica de Pavimentos Pré-Fabricados - ITE 11, ou ainda noutra documentação técnica disponível.

O.10 Como são avaliados os espaços de comércio+escritórios, que estejam frequentemente abertos ao contacto com o exterior e não sejam aquecidos nem climatizados?

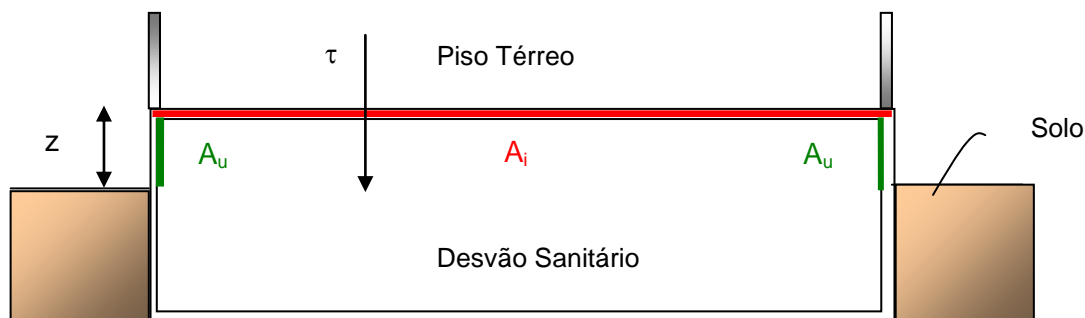
Estes espaços deverão ser analisados de acordo com a P&R B.10.

O.11 No ponto 2 do artigo 17º, do RCCTE o que significa A_{mv}?

A_{mv} – Área mínima de verificação, que é aplicada para dispensa de verificação detalhada dos requisitos do RCCTE, para o caso de uma habitação unifamiliar, sempre que estes últimos satisfaçam cumulativamente as condições definidas no ponto 4º do anexo 9º do referido regulamento. No presente regulamento, A_{mv}= 50 m^2.

O.12 Encontro-me a efectuar a verificação regulamentar de um edifício de habitação multifamiliar que é composto por fracções autónomas com implementação de sistemas de climatização. O sistema de climatização não é centralizado, cada fracção autónoma tem o seu próprio sistema, sendo que na sua maioria a potência instalada para climatização é inferior a 25 kW, mas existem algumas fracções autónomas com potência instalada acima de 25 kW. Como devo proceder na análise a este edifício para efeitos de emissão de DCR/CE?

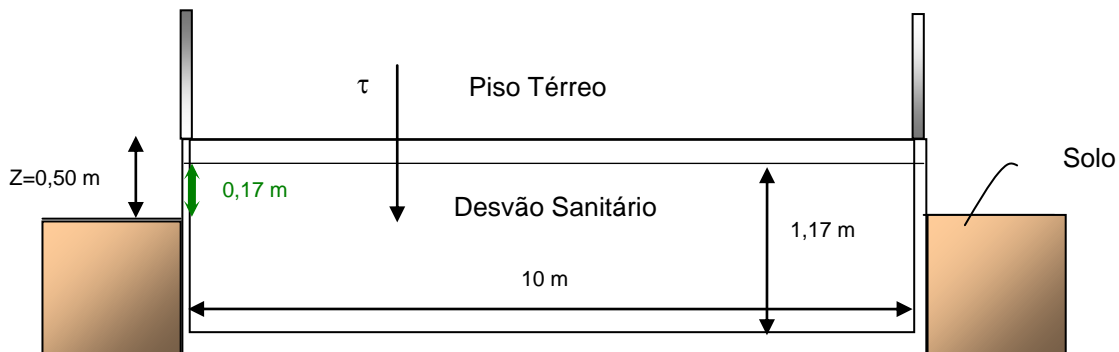
Um edifico multifamiliar, para efeitos de emissão de DCR, é sempre analisado por fracção autónoma. Assim, no caso apresentado, todas as fracções autonómas devem ser analisadas no âmbito do RCCTE, sendo necessário a emissão de uma DCR/CE do tipo A para cada fracção autónoma com potência de climatização instalada inferior ou igual a 25 kW. Para as fracções autónomas que tenham sistema de climatização superior a 25 kW, a análise dos mesmos deve também ser efectuada no âmbito do RSECE, sendo a DCR/CE a emitir do tipo C.

O.13 Na existência de um desvão sanitário sob o piso térreo (ver figura), como deverão ser calculadas as perdas térmicas da fracção autónoma, devido à existência desse espaço não útil?

As perdas térmicas da fracção autónoma serão calculadas através da soma das perdas térmicas superficiais e das perdas térmicas lineares, de acordo com a seguinte equação:

$$q = \tau \times U \times A + B \times \psi \; (W/^{o}C)$$

O valor de tau deverá ser obtido na tabela IV.1. No entanto, e uma vez que tal situação (desvão sanitário) não se encontra preconizada na tabela mencionada, poderá ser considerado um espaço não útil do tipo “ *coberturas sobre desvão não habitado*”, tendo em consideração a ventilação do desvão sanitário (não ventilado, fracamente ventilado e fortemente ventilado de acordo com o indicado no anexo VII do RCCTE), uma vez que esta situação é das existentes, a que melhor reflecte as condições do espaço.

Para obter o valor de ψ, dever-se-ão consultar as tabelas para ligação de fachada com pavimentos sobre locais não aquecidos, tendo em conta a localização do isolamento térmico.

Considere-se o seguinte exemplo: Um fogo com uma área útil em planta de 10*10 m^2, e com um desvão sanitário de altura interior total igual a 1,17 m, em que a superfície superior da laje de pavimento está a uma altura acima do solo de 0,5 m. A laje de pavimento tem uma espessura de 0,33 m, e as restantes dimensões apresentam-se na figura seguinte.

Considerou-se que o pavimento apresenta um U de 0,54 W/m²ºC (laje aligeirada com 33 cm de espessura, constituída por blocos cerâmicos e com isolamento inferior, de 4cm de espessura em XPS):

$$U = \frac{1}{\left(\frac{1}{0,58} + 0,13\right)} = 0,54 \cdot W/m^2.^oC$$, considerando fluxo descendente.

Consideramos o desvão fortemente ventilado (s/A superior a 1500 mm²/m², o que para 100m² representaria um total de área de aberturas de ventilação superior a 150.000 mm²=0,15 m²) sendo assim o τ=1. Para esta situação o total de perdas térmicas é igual a: τ□*U*A (perda superficial através da laje de pavimento para o desvão) + B * Ψ (ponte linear através da ligação da fachada com o pavimento sobre locais não aquecidos ou exteriores – considerou-se que a fachada é uma parede dupla com isolante na caixa de ar - utilizando a tabela Br.2, pag. 2496 com interpolação de valores, resulta Ψ =0,68).

Assim, o total de perdas térmicas dá o seguinte valor:

$$q = 1 \times 0,54 \times 100 + 4 \times 10 \times 0,68 = 81,2 \cdot W/^o C$$

O.14 O que é considerado um "revestimento" para efeitos do cálculo da inércia térmica?

É a última camada em contacto com o ar interior, incluindo todas as sub-camadas necessárias à sua boa aplicação, e caixa-de-ar, caso exista.

Considere-se o seguinte exemplo:

Um pavimento da envolvente interior ou exterior cuja constituição é a seguinte:

Interior

Interior
Pavimento cerâmico (1 cm)
Betonilha de regularização (1 cm)
Enchimento (5 cm)
Laje de betão com 2400 kg/m^3 (20 cm) Exterior ou ENU

O revestimento a considerar na presente solução construtiva é o pavimento cerâmico

O.15 Quais os benefícios, e de que modo deve ser enquadrada a certificação de software no âmbito do SCE?

A ADENE, entidade gestora do Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior (SCE), e o CERTIF estabeleceram os requisitos para a certificação de software dedicado ao Desempenho Energético dos Edifícios de acordo com a norma ISO/IEC 25051.

O recurso a software cálculo certificado, representa uma mais-valia no trabalho dos peritos qualificados, incentivando-se deste modo a utilização de ferramentas que, pela sua garantia de qualidade, promovem uma maior fiabilidade na avaliação do desempenho dos edifícios e por conseguinte uma melhor avaliação do potencial energético.

A utilização de software certificado, para além das mais-valias anteriormente mencionadas, não deverá dispensar a verificação de todos os inputs e outputs produzidos.

Os processos de verificação de qualidade do trabalho dos peritos, promovidos pela ADENE, que incidam sobre processos desenvolvidos com recurso a ferramentas certificadas, deverão tomar partido dessa utilização, devendo, para o efeito, ser fornecidos pelos peritos qualificados todos os elementos necessários ao procedimento de verificação, nomeadamente:

a) Indicação de software específico utilizado no cálculo e respectivo número de licença;
b) Envio do ficheiro de cálculo do software utilizado no cálculo;
c) Folhas de cálculo produzidas pelo software utilizado no cálculo

O software da CYPE (CYPETERM), fabricado pela TOP Informática, Lda., foi o primeiro software a submeter-se ao processo de certificação, sendo, para já, o único que se encontra certificado de acordo com a norma e requisitos especificados.

P - Mapa de actualizações

No mapa seguinte pode identificar as actualizações e novidades desta versão das P&R RCCTE em relação à anteriormente disponível.

N.º questão	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Grupo E	Grupo F	Grupo G	Grupo H	Grupo I	Grupo J	Grupo K	Grupo L	Grupo M	Grupo N	Grupo O
1							Actualiz.		Actualiz.		Actualiz.				
2					Actualiz.	Actualiz.				Actualiz.	Actualiz.				
3	Actualiz.			Actualiz.		Actualiz.									
4						Actualiz.		Actualiz.							
5	Actualiz.		Actualiz.		Actualiz.			Actualiz.			Actualiz.	Actualiz.			
6			Actualiz.	Actualiz.				Actualiz.				Actualiz.	Actualiz.		
7				Nova											
8			Actualiz.	Nova					Actualiz.						
9		Actualiz.	Actualiz.		Actualiz.										
10									Actualiz.	Actualiz.	Actualiz.				
11		Nova			Actualiz.			Nova	Actualiz.	Actualiz.	Actualiz.				
12										Actualiz.	Actualiz.				Actualiz.
13					Actualiz.				Actualiz.		Actualiz.				
14									Actualiz.						Nova
15															Nova
16										Actualiz.					
17											Actualiz.				
18									Actualiz.						
19												Actualiz.			
20															
21									Actualiz.		Nova				
22									Actualiz.						
23												Nova			
24									Nova						
25									Nova	Actualiz.					
26															
27															
28															
29															
30										Actualiz.					
31										Nova					
32										Nova					